E 2039

KAT

REFERAT

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
OBMEN - CSERE
VIMIANA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

63

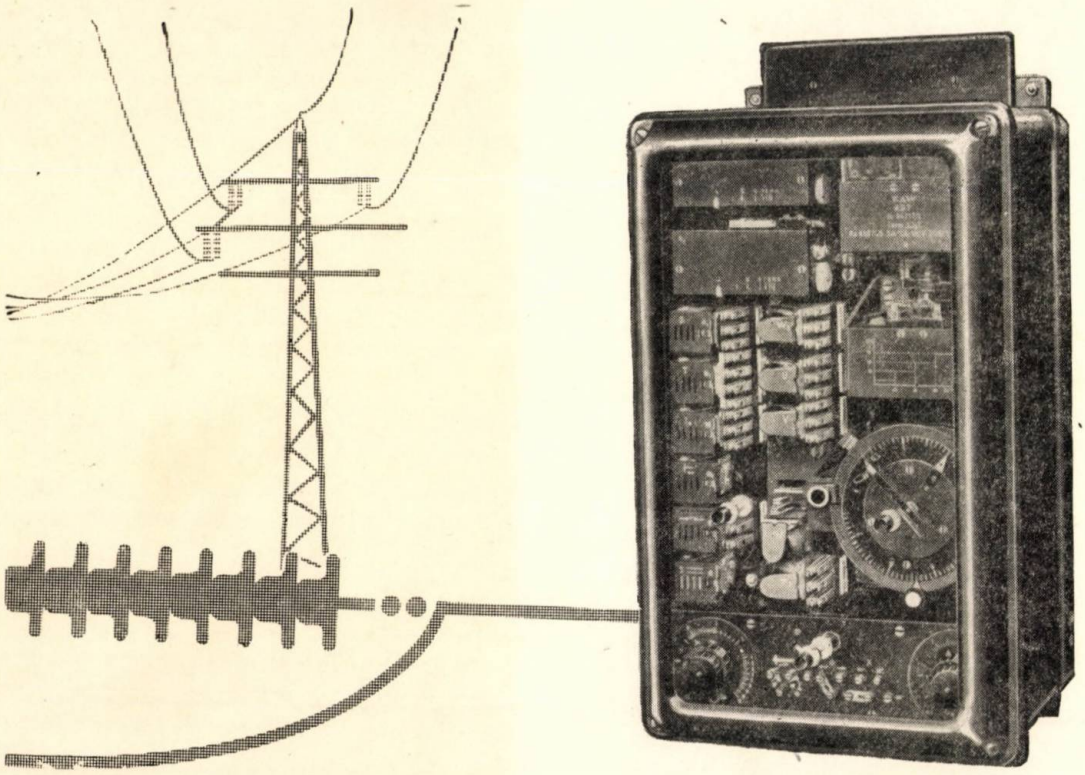
ENERGETICA

2788

1

Energetica — Bucureşti Anul VII ★ ianuarie

1959



RELEE RAPIDE DE DISTANȚĂ RD 7

se utilizează în stații electrice de înaltă tensiune pentru protecția rețelelor multiplu buclate.

Prin separarea selectivă a cablelor şi liniilor aeriene la apariţia unor scurtcircuite, a unor scurtcircuite bifazate sau la manevre greşite se evită deconectări masive; în felul acesta se exclud perioade de întrerupere prin imediata recunoaştere a locului avariei. Piesele componente de calitate superioară ale acestor aparate sînt rezultatul unor cercetări continue şi a unor experienţe de ani de zile în domeniul construcţiei releelor. Releele rapide de distanţă fabricate de noi sînt utilizate cu succes în numeroase staţii electrice din ţară şi străinătate.

PROGRAMUL NOSTRU DE FABRICAȚIE MAI CUPRINDE ÎN AFARĂ DE ACEASTA:

APARATE DE COMANDĂ, APARATE DE MĂSURĂ
CONTOARE, RELEE, REDRESOARE

VĂ ȚINEM LA DISPOZIȚIE GRATUIT PROSPECTE AMĂNUNȚITE CU DATE TEHNICE

VEB ELEKTRO — APPARATE — WERKE
BERLIN — TREPTOW
HOFFMANNSTRASSE 15 — 26

Reprezentanța din București; **AMBASADA REPUBLICII DEMOCRATE GERMANE ÎN R. P. R.**
Secția Economică

E 2039

ENERGETICA

ANUL VII Nr. 1 IANUARIE 1959

SUMAR

N. Gheorghiu : Sarcinile energeticienilor în anul 1959 1

D. Grecov : Studiu asupra parametrilor optimi ai supraîncălzirii intermediare a aburului în centrale termoelectrice cu parametrii înalţi 3

D. Golici : Recuperarea purjelor cazanelor de abur în centrale termoelectrice 10

C. Dinulescu : Pericolul de explozie a gazelor combustibile în cazanele de abur şi măsurile de prevenire 15

E. Olteanu, N. M. Ionescu şi *I. Scutaru* : Încercări de deshidratare a cărbunilor bruni lemnoşi după procedeul Zacsko 19

A. Baciu : „Cu 75 ani în urmă, pentru prima dată iluminat public electric în ţară" Împlinirea a 75 de ani de funcţionare a centralei electrice din oraşul Timişoara 23

ENERGETICA PESTE HOTARE

A. Filotti : Probleme hidroenergetice şi de gospodărire a apelor în India 28

DOCUMENTARE 34

CRONICA 41

RECENZII . . . . . coperta III-a

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R. P. R. și al Ministerului Industriei Grele-Departamentul Energiei Electrice — Redacția : București. Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 16.78.78 — Administrația și Casieria: București, Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon : 14.06.24 — Revista este editată de A.S I.T. — Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediile filialelor și subfilialelor A.S.I.T din întreaga țară precum și prin responsabilii cu presa din cercurile A S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Consiliul Central A.S.I.T. 070136 D O.C. — B.R.P.R. — Tarif pentru întreprinderi: lei 100 anual. — Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri : lei 30 anual — Prețul unui exemplar : lei 5. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică Nr. 3, București

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS 1883

ENERGETICA

ANUL VII
1959
Nr. 1
IANUARIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

621.311.1.001.12 (498)

Sarcinile energeticienilor în anul 1959

Ing. NICOLAE GHEORGHIU
Adjunct al Ministrului Industriei Grele

În anul care s-a încheiat oamenii muncii din țara noastră sub conducerea partidului au obținut o serie de importante succese în dezvoltarea economiei naționale și în ridicarea nivelului de trai. Planul de stat a fost depășit, salariul mediu este cu 18% mai mare decît în 1956, și sînt create, așa cum arată tov. Gh. Gheorghiu Dej la plenara C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie 1958, toate condițiile pentru realizarea prevederilor Congresului al II-lea al P.M.R. cu privire la transformarea socialistă a agriculturii.

Importantele succese obținute în ultimii ani în economia noastră națională ca și în cea a tuturor țărilor din lagărul socialist în frunte cu Uniunea Sovietică dovedesc superioritatea economiei socialiste și sînt o expresie a forței creatoare a poporului muncitor.

În anul 1959 pe baza directivelor date de plenara C.C. al P.M.R. din noiembrie 1958, în fața tuturor oamenilor muncii din R.P.R., stau sarcini importante pentru realizarea și depășirea prevederilor planului de stat.

Energeticienilor din R.P.R. le revin sarcini deosebite pentru asigurarea condițiilor necesare dezvoltării întregii economii naționale; pentru a se face posibile importantele creșteri de producție în toate ramurile industriale precum și extinderile de capacități de producție prevăzute, pentru a se obține introducerea intensă a mecanizărilor și automatizărilor în industrie, va trebui realizată instalarea de noi puteri, extinderea rețelelor de transport și distribuție și exploatarea tuturor instalațiilor energetice în condițiuni optime furnizîndu-se energia electrică necesară întregii economii naționale.

În ultimii ani în domeniul energeticii în țara noastră s-au obținut o serie de realizări deosebite, datorită în primul rînd atenției pe care în mod continuu partidul și guvernul o acordă dezvoltării acestei ramuri precum și efortului celor ce lucrează în acest sector.

Astfel trecînd în revistă anul 1958 trebuie menționate lucrările de construcții și montaj prin care s-a realizat darea în funcțiune a unor importante obiective energetice ca grupul de 50 MW de la Sîngiorgiu, stațiile de 110 kW Roman, Oț. Roșu, Cluj, Săvinești etc.

S-au obținut realizări importante pe linia modernizării instalațiilor, a îmbunătățirii indicilor tehnici de funcționare, a introducerii tehnicii noi; s-a extins în măsură însemnată în acest an acțiunea de automatizare a instalațiilor electrice.

Pentru ridicarea nivelului tehnic al exploatărilor energetice s-au produs pentru prima oară la noi în țară prin grupurile de raționalizare a exploatării create în acest an prototipuri și serii mici de aparate și dispozitive de măsură, protecție și automatizare dintre care trebuie citate, relee de deplasare axială de concepție originală, vibrometre electronice, conductometre etc.

S-au obținut de asemenea realizări importante în domeniul proiectării, prin îmbunătățirea calității proiectelor, prin efectuarea unor proiecte valoroase la nivelul tehnicii mondiale și prin elaborarea lucrărilor de bază pentru planul de electrificare pe perioada 1959—1965.

Conducîndu-ne după indicațiile date de plenara C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie va trebui ridicată munca la un nivel mai înalt, nivel cerut de importanța obiectivelor ce trebuie realizate în anul 1959.

Vor trebui construite în acest an peste 600 km de linii de 110 kV. Vor fi alimentate din sistemul național centrele Baia Mare, Craiova și Bîrlad și se vor începe lucrările pentru racordarea Dobrogei la sistemul național. Vor începe lucrările de construcție a centralei electrice de termoficare de la Ploești și vor trebui începute proiectele pentru marile centrale termoelectrice care se vor executa în cadrul acordului economic cu Republica Cehoslovacă.

Pentru realizarea acestor importante sarcini este necesar un efort susținut din partea tuturor celor ce lucrează în domeniul energiei electrice.

Este necesar în primul rînd ca toți inginerii și tehnicienii să muncească în mod continuu pentru îmbogățirea nivelului lor de cunoștințe,

pentru însușirea și aplicarea celor mai noi cuceriri ale tehnicii mondiale, ducînd în felul acesta la ridicarea nivelului tehnic al proiectării, construcției montajului și exploatării instalațiilor energetice.

Așa cum arată tov. Gh. Gheorghiu Dej la plenara din noiembrie, ridicarea nivelului tehnic în toate ramurile economiei este o problemă de cea mai mare importanță.

În acest scop va trebui să se dea o atenție deosebită organizării documentării creindu-se condițiile necesare în toate întreprinderile.

Va trebui să devină o preocupare de prim ordin a întreprinderilor regionale de electricitate studierea temeinică, științifică a instalațiilor pentru îmbunătățirea funcționării lor și a problemelor energetice ale regiunii, pentru a contribui la dezvoltarea energetică și în general industrială a tuturor regiunilor.

Participanții la discuții la plenara C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie, veniți din diversele regiuni ale țării, au arătat că este nevoie de ajutorul sectorului energetic și au cerut ajutor pentru dezvoltarea și pentru electrificarea în regiune.

Toți energeticienii trebuie să considere aceasta ca o sarcină de cinste și să-i dedice toate eforturile.

În munca de ridicare a nivelului tehnic vor trebui căutate și aplicate în practică metode variate : simpozioane, conferințe, recenzii regulate asupra materialelor noi din literatura de specialitate etc. conducerile întreprinderilor energetice considerînd această activitate ca una dintre cele mai importante.

De asemeni un rol deosebit în realizarea acestei sarcini revine cercurilor ASIT din întreprinderi, care trebuie să-și axeze principala activitate în această direcție, colaborînd strîns cu conducerile întreprinderilor mobilizîndu-i pe toți inginerii și tehnicienii.

Vor trebui de asemenea depuse eforturi deosebite pentru descoperirea și valorificarea rezervelor existente în întreprinderi, pentru mai buna utilizare a capacităților de producție.

În domeniul construcțiilor și montajului de instalații energetice va trebui intensificată folosirea prefabricatelor și mărită economicitatea acestora, va trebui introdusă mecanizarea lucrărilor într-un grad mai mare decît pînă acum. Vor trebui pe linia indicațiilor date de tov. Gh. Gheorghiu Dej la plenara din 26—28 noiembrie 1958, îndreptate eforturile spre terminarea lucrărilor deja începute și punerea lor neîntîrziată în funcțiune și spre realizarea unor timpi mai scurți de executare a lucrărilor, concomitent cu ieftinirea lor.

În domeniul exploatării instalațiilor energetice va trebui să se obțină reducerea consumului specific de combustibil și a pierderilor în rețele prin studierea și aplicarea în fiecare loc în parte a măsurilor tehnice de îmbunătățire a instalațiilor.

Vor trebui organizate reparațiile periodice ale agregatelor energetice folosindu-se cele mai noi metode precum și toate posibilitățile existente în sector în așa fel ca să se scurteze timpii de reparație și să se dea în funcțiune instalațiile sigure. Va trebui intensificată acțiunea de instruire tehnico-profesională a personalului de exploatare și în același timp extinderea exploatării instalațiilor fără personal permanent.

Prin întreținerea și reparația de bună calitate a utilajelor, prin exploatarea lor în bune condițiuni, prin efectuarea regulată a încercărilor profilactice va trebui mărită mai departe siguranța în funcționarea sistemelor energetice.

Odată cu extinderea sistemului nostru energetic național, cu creșterea complexității lui, se pun în fața inginerilor noștri o serie de importante probleme tehnice noi și interesante legate de funcționarea acestuia pe care ei vor trebui să le studieze și să le rezolve, avînd pentru aceasta condițiile necesare.

În domeniul proiectării va trebui intensificată munca de documentare și de folosire în proiecte a soluțiilor celor mai ieftine și mai moderne, adaptîndu-se în mod creeator la condițiile din țara noastră cele mai noi realizări din tehnica mondială. Va trebui să se treacă de asemeni la o largă extindere a tipizărilor și a folosirii elementelor refolosibile din proiecte.

Înfăptuirea acestor obiective prin efortul colectiv al tuturor muncitorilor, tehnicienilor și inginerilor din sectorul energiei electrice va asigura realizarea cu succes a sarcinilor ce ne stau în față în anul 1959, ridicînd energetica în R.P.R. la un nivel mai înalt.

621.311.22 : 621.1

Studiu asupra parametrilor optimi ai supraîncălzirii intermediare a aburului în centrale termoelectrice cu parametri înalţi

D. GRECOV*)

În prezenta lucrare se dă o metodă generală pentru determinarea parametrilor optimi ai schemelor termice cu supraîncălzire intermediară, ea putîndu-se extinde şi pentru cazul supraîncălzirii intermediare cu două sau trei trepte.

În ultimul timp, are loc o creştere deosebit de importantă a economicităţii centralelor termoelectrice cu abur.

Această creştere se realizează pe baza introducerii în exploatare a turboagregatelor de mare putere unitară, pe baza perfecţionării schemei termice prin aplicarea supraîncălzirii intermediare cu una sau două trepte de supraîncălzire, cu o dezvoltată instalaţie a preîncălzirii apei de alimentare.

Un puternic factor în creşterea randamentului centralelor termoelectrice îl constituie introducerea parametrilor înalţi şi supracritici ai aburului.

Odată cu creşterea presiunii iniţiale a aburului, a devenit actuală problema aplicării supraîncălzirii intermediare a aburului. Supraîncălzirea intermediară ridică randamentul termic al ciclului centralei termoelectrice cu 4—5%.

Ridicarea parametrilor iniţiali ai aburului combinată cu aplicarea supraîncălzirii intermediare poate asigura o ridicare a randamentului de 7—9%.

Creşterea randamentului datorită supraîncălzirii intermediare se explică prin ridicarea temperaturii medii logaritmice a izvorului cald în ciclul termic, precum şi prin micşorarea umidităţii aburului destins în ultimele trepte ale turbinei.

În momentul actual, în U.R.S.S. la uzinele L.M.Z., s-a proiectat un turboagregat cu parametrii iniţiali ai aburului $p_0 = 300$ ata, $t_0 = 650°C$, cu supraîncălzire intermediară în două trepte pînă la temperatura de 565°C, avînd o putere unitară de 300 MW.

În S.U.A. se proiectează centrala Eddystone cu parametrii iniţiali $p_0 = 350$ ata, $t_0 = 650°C$ cu dublă supraîncălzire intermediară pînă la temperatura de 565°C, la putere unitară 325 MW. Aplicarea supraîncălzirii intermediare a căpătat un deosebit avînt în special din anii 1949—1950, obţinîndu-se o economie de 4—5% fără a mări simţitor investiţiile.

După părerea lui Marguerre [1], aplicarea supraîncălzirii intermediare nu ridică costul instalaţiilor, ci îl micşorează.

În ultimul timp, aplicarea supraîncălzirii intermediare se justifică şi la puteri mai mici (40—60 MW), de exemplu la centralele Tavazzano, Heilbern, Portobello etc.

Supraîncălzirea intermediară poate fi de două feluri: cu gaze de ardere (în cazane) sau cu abur (schimbătoare de căldură abur-abur).

Pînă în prezent se utilizează aproape exclusiv supraîncălzirea intermediară cu gazele de ardere în cazan, deoarece permite o mai bună folosire a potenţialului termic disponibil.

Odată cu aplicarea parametrilor înalţi şi supracritici ai aburului, trebuie luaţi în considerare noi factori la determinarea parametrilor optimi ai schemei termice a centralei.

Creşterea de randament datorită supraîncălzirii intermediare depinde de presiunea la care are loc procesul de supraîncălzire a aburului (cînd sînt date valorile parametrilor iniţiali şi temperatura aburului la ieşire din supraîncălzitorul intermediar).

De obicei, temperatura aburului la ieşire din supraîncălzitorul intermediar este impusă de condiţiile aplicării oţelurilor de clasă perlitică, mai ieftine şi mai stabile în exploatare decît oţelurile de clasă austenitică .

Randamentul termic al instalaţiei, funcţie de valoarea presiunii supraîncălzirii intermediare, variază după o curbă ce prezintă o zonă de maxim, căreia îi corespunde o valoare optimă a acestei presiunii.

Determinarea maximului randamentului ciclului termic cu supraîncălzire intermediară se poate face pe baza variantelor de calcul, dar această metodă este foarte greoaie şi nu poate pune în evidenţă influenţa calitativă şi cantitativă a diferiţilor factori ce influenţează zona optimă a presiunii supraîncălzirii intermediare.

Cînd numărul de trepte la supraîncălziri intermediare creşte (2—3 trepte), aplicarea metodei bazate pe variante de calcul devine aproape imposibilă şi se impune în mod categoric folosirea analizei termodinamice a procesului de supraîncălzire, care să permită a da o serie de formule şi recomandaţii pentru determinarea parametrilor optimi.

Deşi în literatură există multe lucrări de specialitate, care arată importanţa supraîncălzirii intermediare şi se motivează prin calcule

*) Candidat în ştiinţe tehnice, ing. *D. Grecov* este cercetător la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

tehnico-economice economia esențială de combustibil care se obține prin introducerea acestui proces [2],[3],[4], totuși, pînă în prezent nu s-a elaborat o teorie unitară a ciclurilor termice cu supraîncălzire intermediară, în care să se analizeze din punct de vedere termodinamic procesul și din care să rezulte valorile optime ale parametrilor supraîncălzirii intermediare.

Această lipsă se face cu atît mai simțită, cu cît trebuie luat în considerare că în ultimii ani investițiile în centrale cu supraîncălzire intermediară au obținut o foarte mare pondere. În S.U.A., de exemplu în perioada 1946—1953, s-au instalat în grupurile cu supraîncălzire intermediară 27 500 MW.

În țara noastră, procesul de supraîncălzire intermediară, aplicat pînă acum numai în CTE Grozăvești în cadrul unui ciclu suprapus, va fi aplicat în viitor pe o scară mai largă în vederea unei mai bune folosiri a resurselor de combustibil și a micșorării prețului de cost al energiei electrice.

Prima încercare de a da o rezolvare pe cale analitică problemei alegerii presiunii optime de supraîncălzire intermediară o găsim la Zinzen [5], dar recomandările pe care le face sînt valabile numai pentru parametrii scăzuți ai aburului ($p_0 < 30$ ata, $t_0 < 400_0$C).

Senger [2] recomandă a se lua temperatura la intrare în supraîncălzitorul intermediar egală cu temperatura echivalentă Carnot pentru ciclul de bază (T_0^*).

D. D. Calafati [6] demonstrează pentru cazul ciclului ideal că temperatura aburului la intrare în supraîncălzitorul intermediar trebuie să fie egală cu temperatura echivalentă Carnot pentru ciclul complex cu supraîncălzire.

Scegleav, Andriuscenco, Gohstein[7],[8] dau o serie de formule pentru determinarea presiunii optime a supraîncălzirii intermediare, dar rezultatele la care ajung nu sînt suficient de exacte deoarece nu se ține seama de o serie de factori ce influențează asupra randamentului termic al centralei, ca de exemplu influența supraîncălzirii intermediare asupra randamentelor interne ale turbinei, asupra ireversibilității procesului de schimb de căldură în instalația ciclului regenerativ etc.

În prezenta lucrare se analizează toți factorii ce pot influența asupra randamentului termic al centralei electrice de condensație cu supraîncălzire intermediară.

1. Ciclul ideal fără circuit regenerativ

Randamentul ciclului ideal cu supraîncălzire intermediară, adică al unui ciclu în care toate procesele termice sînt reversibile, pentru cazul cînd punctul final al procesului de destindere al aburului în turbină în zona aburului umed, va fi :

$$\eta_t^s = 1 - \frac{T_c\,(\Delta S_0 + \Delta S_n)}{q_0 + \Delta i_s} \qquad (1)$$

unde s-a notat :

q_0 — căldura cedată ciclului de bază (fără supraîncălzire intermediară) cu o creștere de entropie a agentului purtător de căldură ΔS_0 $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$, (fig. 1);

Δi_s — căldura primită de abur în supraîncălzitorul intermediar, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$;

ΔS_n — creșterea entropiei aburului în supraîncălzitorul intermediar, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg°C}}$;

T_c — temperatura izvorului rece (temperatura aburului în condensator), °K.

Pentru procesul izobar de transfer de căldură în supraîncălzitorul intermediar se pot scrie relațiile :

$$\Delta S_n = C_{ps} \ln \frac{T_1}{T_s}$$
$$\Delta i_s = C_{pi}\,(T_1 - T_s) \qquad (2)$$

unde :

T_1 este temperatura finală a aburului la ieșire din supraîncălzitorul intermediar, °K;

T_s — temperatura aburului la intrare în supraîncălzitorul intermediar, °K;

C_{ps} — căldura specifică medie entropică a aburului în intervalul de temperaturi de la intrare în supraîncălzitorul intermediar T_s și temperatura de ieșire din acesta T_1, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg°C}}$;

C_{pi} — căldura specifică medie entalpică în același interval de temperaturi, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg°C}}$.

Din calculele făcute (tabela 1) reiese că $C_{ps} > C_{pi}$ dar pentru presiuni pînă la 100 ata, această diferență este foarte mică și poate să nu fie luată în considerație. Temperatura T_s determină în mod univoc presiunea de supraîncălzire intermediară p_s și poate fi luat ca parametru în locul valorii P_s.

Temperatura T_s fiind determinată la intersecția procesului izo-

Tabela 1

Presiunea ata / interval temperaturi °C	10	20	40	60	80
300 — 600, C_{ps}/C_{pi} =	0,10038	1,00712	1,0071	1,013	1,02297
300 — 500, C_{ps}/C_{pi} =	1,0054	1,0056	1,0044	1,0055	1,0133
400 — 500, C_{ps}/C_{pi} =	—	1,00317	1,003	1,0077	1,0046

entropic de destindere în turbină în ciclul de bază şi izobara procesului de supraîncălzire, se va numi temperatura izoentropică de supraîncălzire T_s (fig. 1).

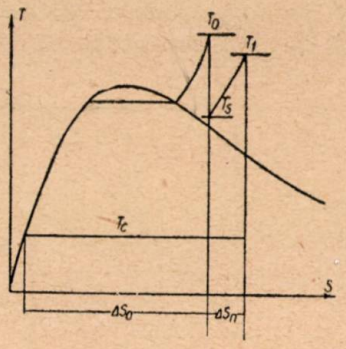


Fig. 1

Determinarea valorii optime a t_s se face pornind de la expresia randamentului termic al ciclului complex (1), impunînd condiţia de maxim

$$\frac{\partial \eta_t^s}{\partial t_s} = 0. \tag{3}$$

În expresia randamentului (1) se consideră pentru început că valorile C_{ps} şi C_{pi} sînt constante în regiunea de optim, deci nu depind de t_s.

În acest caz, se obţine ecuaţia de optim :

$$\frac{\partial \eta_t^s}{\partial t_s} = -\frac{C_{ps}}{T_s}[q_0 + C_{pi}(T_1 - T_s)] + C_{pi}\left[\Delta S_0 + C_{ps} \ln \frac{T_1}{T_s}\right] = 0 \tag{4}$$

sau notînd $\frac{T_1}{T_s} = x$, se găseşte ecuaţia de optim a parametrului T_s :

$$\frac{C_{ps}}{C_{pi}} x\left(\frac{q_0}{T_1} + C_{pi}\right) = C_{ps} \ln x + C_{ps} + \Delta S_0. \tag{5}$$

Ecuaţia (5) se rezolvă în mod grafic, soluţia determinîndu-se la intersecţia a două curbe.

Pentru a simplifica soluţionarea ecuaţiei transcendente (5), se poate descompune în serie logaritmul raportului de temperaturi x.

Luînd dezvoltarea în serie :

$$\ln x = x - 1 - \frac{(x-1)^2}{2} + \frac{(x-1)^3}{3} - \ldots . (-1)^{n+1}\frac{(x-1)^n}{n} \pm \ldots . \tag{6}$$

unde $0 < x \leqslant 2$ şi considerînd numai primul membru în serie (6), se găseşte condiţia de optim :

$$T_s^{opt} = \frac{q_0}{\Delta S_0} = T_0^* \tag{7}$$

unde T_0^* °K este temperatura medie logaritmică în procesul preluării de căldură de la izvorul cald în ciclul de bază, care se identifică în cazul ciclului ideal cu temperatura superioară a ciclului echivalent Carnot.

Din formula (7) rezultă că t_s trebuie să fie egală cu temperatura medie logaritmică superioară a ciclului de bază (fără supraîncălzire intermediară) ceea ce recomandă Senger în lucrările sale [2], dar după cum arată variantele de calcul (tabela 2), formula (7) dă rezultate cu mult sub zona optimă.

Tabela 2

Parametrii iniţiali ai aburului	Ecuaţiile de optim N_0 : 5	7	8	11	12	Rezultatele de calcul
P_0 = 130 ata, t = 535/535°C	279	263	284	279	292	290–295
P_0 = 200 ata, t = 600/560°C	305	285	302	302	313	312–315
P_0 = 300 ata, t = 650/600°C	330	306	331	324	339,5	340

Dacă se iau primii doi membri în seria (6) pentru a mări precizia rezultatului, se găseşte ecuaţia pătratică :

$$x^2 C_p + 2x\left[\frac{q_0}{T_1} - C_p\right] - (2\Delta S_0 - C_p) = 0. \tag{8}$$

Cu ajutorul ecuaţiei (8) se poate găsi uşor valoarea optimă a valorii x^{opt} sau $T_s^{opt} = T_1 x^{opt}$.

După cum reiese din tabela 2, ecuaţia (8) dă soluţii care se situează cu suficientă precizie în zona de optim a valorii parametrului t_s. Se poate demonstra pornind de la expresia randamentului (1), că valoarea optimă t_s trebuie să fie aproximativ egală cu temperatura superioară a ciclului echivalent Carnot pentru ciclul complex cu supraîncălzire intermediară.

Notînd în prealabil :

$$q_0 + C_{pi}(T_1 - T_s) = q_{tot}^I$$
$$\Delta S_0 + C_{ps} \ln \frac{T_1}{T_s} = \Delta S_{tot} \tag{9}$$

ecuaţia de optim (4) devine :

$$\frac{C_{ps}}{T_s} q_{tot}^I + C_{pi}\,\Delta S_{tot} = 0. \tag{10}$$

sau

$$T_s^{opt} = \frac{T_c \frac{C_{ps}}{C_{pi}}}{\left(\frac{T_c\,\Delta S_{tot}}{q_{tot}^I}\right)_{opt}} \tag{10'}$$

Din expresia (1) găsim

$$\left(\frac{T_c\,\Delta S_{tot}}{q_{tot}^I}\right)_{opt} = 1 - \eta_t^{s\,max}$$

și relația (10) devine :

$$T_s^{opt} = \frac{C_{ps}}{C_{pi}} \frac{T_c}{1 - \eta_t^{s\,max}}. \qquad (11)$$

Rezolvarea ecuației (11) se face aplicînd metoda aproximațiilor succesive, deoarece randamentul ciclului complex η_t^s depinde de valoarea t_s.

Rezolvarea ecuației (11) este mult ușurată de faptul că în regiunea optimală, curba care exprimă randamentul funcție de t_s, $[\eta_t^s = f(t_s)]$ este foarte aplatisată și deci o mică eroare în determinarea valorii η_t^s se reflectă în mică măsură asupra rezultatului ecuației (11).

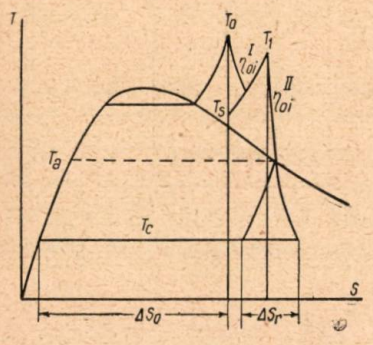


Fig. 2

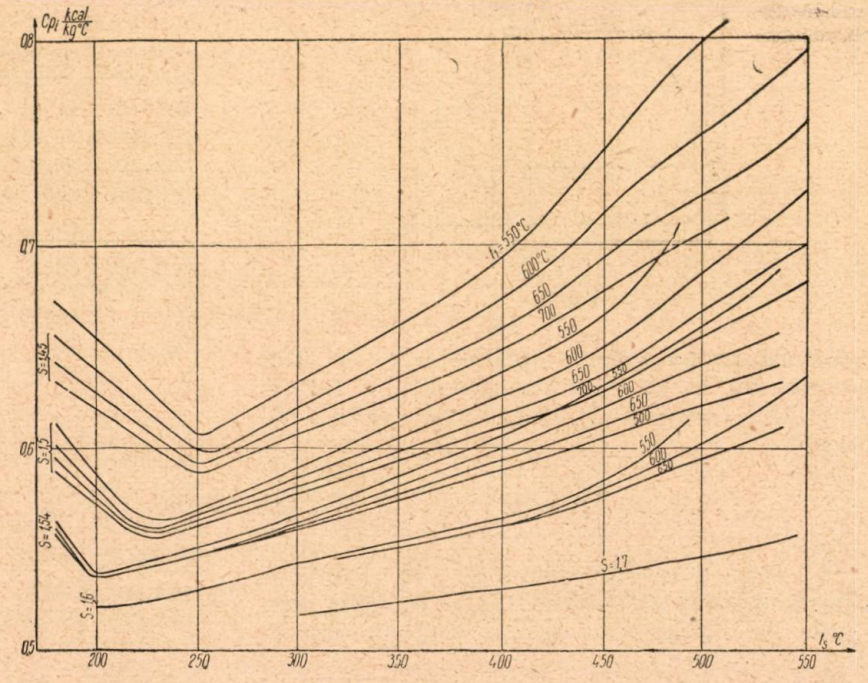


Fig. 3

Condiția de optim sub forma (11) a fost găsită de D. D. Calafati în 1956 [9] pe baza unor raționamente legate de noțiunea ciclului suplimentar elementar.

Aceste raționamente nu pot fi extinse asupra unui ciclu real în care să se țină seama de toți factorii ce influențează valoarea optimală a parametrului t_s.

În demonstrațiile anterioare nu s-a ținut seama de faptul că valorile căldurii specifice C_{ps} și C_{pi} sînt funcție de t_s, deci trebuie luată în considerație derivata $\frac{\partial C_{ps}}{\partial T_s} = \frac{\partial C_{pi}}{\partial T_s} = a$.

Folosind forma (11) de ecuație a optimului, se găsește :

$$T_s^{opt} = \frac{T_c}{1 - \eta_t^{s\,max} - a\varphi_0} \frac{C_{ps}}{C_{pi}} \qquad (12)$$

unde s-a notat

$$\varphi_0 = \frac{(T_1 - T_s)(1 - \eta_t^s)}{C_{pi}} - \frac{T_c \cdot \ln \frac{T_1}{T_s}}{C_{ps}}$$

$$a = \frac{\partial C_{ps}}{\partial T_s} = \frac{\partial C_{pi}}{\partial T_s^p}.$$

Ecuația (12) se rezolvă de asemenea prin metoda aproximațiilor succesive, deoarece φ_0, a, η_t^s sînt funcții de t_s. Trebuie însă luat în considerație că aceste valori se schimbă foarte puțin cu valoarea t_s și sînt suficiente 1—2 încercări pentru a găsi valoarea optimală t_s.

În fig. 3 se dau valorile căldurii specifice a aburului în supraîncălzitorul intermediar funcție de t_s pentru diferite procese izoentropice.

Din fig. 3 rezultă că pentru valori mai mari ale entropiei, panta curbei $C_p = f(t_s)$ se micșorează, de asemenea micșorîndu-se și valoarea absolută a căldurii specifice.

La parametrii scăzuți ai aburului viu, cînd entropia aburului în stare inițială este mai mare de $1{,}65 \div 1{,}7 \frac{\text{kcal}}{\text{kg°C}}$, valoarea derivatei $a = \frac{\partial C_p}{\partial T_s}$ devine foarte mică $\left[a < 0{,}1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kcal}}{\text{kg(°C)}^2} \right]$ și poate fi neglijată.

La parametrii înalți, utilizați în mod curent în centrale termoelectrice, valoarea derivatei a se situează în zona $a = [0{,}1 \div 0{,}4]\ 10^{-3} \frac{\text{kcal}}{\text{kg(°C)}^2}$.

Cum rezultă din forma ecuației (12), luarea în considerare a variației căldurii specifice a aburului C_p conduce la o creștere a valorii optimale t_s în comparație cu cazul cînd se neglijează valoarea derivatei a.

Calculele făcute pentru parametrii inițiali ai aburului viu $p_0 = 300$ ata, $t = 650/600$°C; $p_0 = 200$ ata, $t = 600/560$°C; $p_0 = 135$ ata, $t = 535/535$ dau o corecție de 15—20°C pentru t_s, cînd se ține seama de valoarea derivatei a (tabela 2). Pentru parametrii mai înalți, corecția poate fi mai mare ajungînd la 30—35°C.

2. Ciclul real fără circuit regenerativ

În cazul ciclului real, adică al ciclului termic în care procesele au loc ireversibil, trebuie luată în considerare ireversibilitatea fenomenului de destindere a aburului în turbină și a schimbului de căldură apă-abur în instalația de preîncălzire regenerativă.

Randamentul relativ interior al turbinei va diferi în partea de înaltă presiune pînă la supraîncălzitorul intermediar η_{oi}^{I} față de partea de joasă presiune după ce aburul a trecut prin supraîncălzitorul intermediar η_{oi}^{II}.

De obicei, $\eta_{oi}^{I} < \eta_{oi}^{II}$, deoarece aburul în partea de înaltă presiune are volume specifice mai mici, ceea ce dă o micșorare a randamentului treptelor turbinei în partea de înaltă presiune.

Trebuie luat în considerare și faptul că odată cu schimbarea presiunii supraîncălzirii intermediare, se schimbă și valoarea randamentelor η_{oi}^{I}, η_{oi}^{II}.

O creșterea a presiunii supraîncălzirii intermediare micșorează căderea adiabatică în partea de înaltă presiune a turbinei, ceea ce conduce la micșorarea coeficientului de reutilizare a căldurii în treptele turbinei, sau implicit la micșorarea $\eta_{oi}^{I}\left[\frac{\partial \eta_{oi}^{I}}{\partial p_s} < 0.\right]$ Pe de altă parte, creșterea presiunii p_s provoacă o mărire a umidității aburului în ultimele trepte ale turbinei, ceea ce conduce la micșorarea valorii $\eta_{oi}^{II}\left[\frac{\partial \eta_{oi}^{II}}{\partial p_s} < 0\right]$.

După cum rezultă din calcule, influența umidității din ultimele trepte ale turbinei are o mare importanță în calculul valorii optimale a presiunii supraîncălzirii intermediare [2], [3], [5]. Relațiile $\eta_{oi}^{I} = f(p_s)$, $\eta_{oi}^{II} = f(p_s)$ se pot determina cu ajutorul formulelor lui Melan, Schuler, Bauman [3], [10], [11] dar în general aceste formule au un caracter complicat, ceea ce nu permite o explicitare simplă a valorii optimale t_s. Mai exact și mai comod se poate utiliza noțiunea de secțiune critică echivalentă de ajutaj F_c, ceea ce permite cu ajutorul diagramelor $\eta_{oi}^{I} = f(F_c)$ și $\eta_{oi}^{II} = f(F_c)$ să se calculeze pentru parametrii inițiali impuși curbele $\eta_{oi}^{I} = f(p_s)$ și $\eta_{oi}^{II} = f(p_s)$. Din diagrama *i-s* avînd relația $t_s = f(P_s)$ se găsește în continuare $\eta_{oi}^{I} = f(t_s)$, $\eta_{oi}^{II} = f(t_s)$. În zona de optim a parametrului t_s, se consideră că funcțiile $\eta_{oi}^{I} = f(t_s)$, $\eta_{oi}^{II} = f(t_s)$ au un caracter linear și se notează derivatele $\frac{\partial \eta_{oi}^{I}}{\partial t_s} = y_1$, $\frac{\partial \eta_{oi}^{II}}{\partial t_s} = y_2$.

În calcule se poate considera cu suficientă aproximație că pierderile cu viteza de ieșire din turbină a aburului nu depind de valoarea presiunii supraîncălzirii intermediare.

Pentru cazul ciclurilor reale cu circuit regenerativ, trebuie luată în considerație creșterea entropiei sistemului apă-abur în procesul de transfer de căldură ireversibil ce are loc în instalația de preîncălzire a apei de alimentare.

Expresia randamentului ciclului cu supraîncălzire intermediară în cazul schemei ideale de regenerație cu flux continuu a agentului de lucru [6] sau al schemei cu drenajele în cascadă [12] va avea forma:

$$\eta_i^s = 1 - \frac{T_c\left[S_0 - S_k' + C_p \ln \frac{T_1}{T_s} + \frac{h_T^{II}(1-\eta_{oi}^{II})}{T_c} - \Delta S_r\right]}{i_0 - \bar{t}_a + C_p(T_1 - T_s) - h_T^{I}(1-\eta_{oi}^{I})} \tag{13}$$

unde s-a notat:

ΔS_r — micșorarea entropiei aburului în instalația de preîncălzire a apei de alimentare (fig. 2), $\frac{\text{kcal}}{\text{kg°C}}$;

h_T^I — căderea teoretică entalpică în partea de înaltă presiune a turbinei (pînă la supraîncălzirea intermediară), $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$;

h_T^{II} — căderea teoretică entalpică în partea de joasă presiune a turbinei (după supraîncălzirea intermediară pînă la condensator), $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$;

$\bar{t}_a$ — entalpia apei de alimentare la ieșire din instalația de preîncălzire, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$;

S_0, i_0 — entropia și entalpia aburului viu, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg°C}}$, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$;

S_k' — entropia aburului în condensator, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg°C}}$.

Impunînd condiția de maxim a randamentului $\frac{\partial \eta_i^s}{\partial T_s} = 0$, se găsește ecuația de optim a parametrului t_s:

$$T_s^{opt} = \frac{T_c C_p}{\left[C_p + a_s\left(1-\eta_{oi}^{i}\right) - y_1 h_T^I\right]\left(1-\eta_i^{s_1 max}\right) + a_i\left(1-\eta_{oi}^{II}\right) - y_2 h_T^{II} - a y_0 C_g - b T_c C_p} \tag{14}$$

în care s-au introdus notațiile:

$$\begin{cases} a_s = \frac{\partial h_T^I}{\partial T_s} & y_1 = \frac{\partial \eta_{oi}^{I}}{\partial T_s} \\ a_i = \frac{\partial h_T^{II}}{\partial T_s} & y_2 = \frac{\partial \eta_{oi}^{II}}{\partial T_s} \end{cases} \qquad b = \frac{\partial \Delta S_r}{\partial T_s}\frac{1}{C_p}. \tag{15}$$

Coeficientul b exprimă variația ireversibilității termodinamice a fenomenului de transfer de căldură în instalația de preîncălzire a apei de

alimentare cînd se schimbă presiunea din supraîncălzitorul intermediar.

Se poate demonstra pe baza schemei ideale de regenerație sau a schemei cu cantitate constantă a fluidului în linia de alimentare, că valoa-

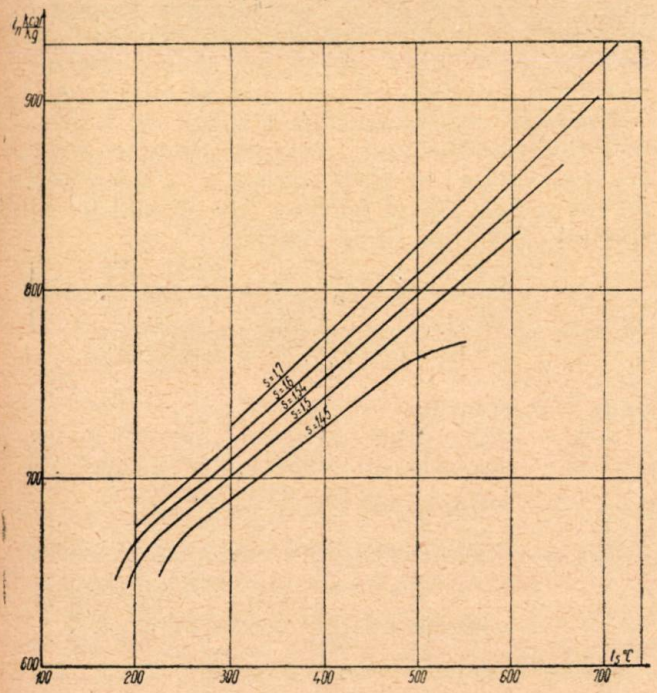


Fig. 4

rea coeficientului b se poate calcula după formula :

$$b = \sum_{1}^{Z_s} \left(\frac{T_{aj}}{T^*_{aj}} - 1 \right) \frac{\tau_j}{i_{aj} - \bar{t}_{Hj}} \frac{1}{T_s} \qquad (16)$$

unde s-a notat :

Z_s — numărul de preîncălzitoare ale apei de alimentare pentru cilindrul de joasă presiune al turbinei (după supraîncălzitorul intermediar) ;

T_{aj} — temperatura aburului prelevat din priza j de abur a turbinei, °K ;

T^*_{aj} — temperatura medie logaritmică a aburului în preîncălzitorul j,

$$T^*_{aj} = \frac{i_{aj} - \bar{t}_{Hj}}{S_{aj} - S_{Hj}}, \text{ °K} ;$$

i_{aj}, S_{aj} — entalpia și entropia aburului prelevat de priza j, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg°C}}$;

$\bar{t}_{Hj}$, S_{Hj} — entalpia și entropia apei saturate la presiunea din preîncălzitorul j, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg°C}}$;

τ_j — creșterea de entalpie a apei în preîncălzitorul j, $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$.

În adevăr, pentru schema ideală cu circuit regenerativ sau aproximativ pentru schema cu cantitate constantă a agentului de lucru în circuitul de alimentare, micșorarea entropiei aburului în preîncălzitorul j, va fi :

$$\Delta S_{rj} = \frac{\tau_j}{T^*_{aj}} \qquad (17)$$

Din (15) se poate scrie :

$$b = \frac{1}{C_p} \cdot \frac{\partial \Delta S_{rj}}{\partial T_s} = \frac{1}{C_p} \left(\frac{\partial \Delta S_{rj}}{\partial S} \right)_{P_j} \frac{\partial S}{\partial T_s} \qquad (18)$$

și luînd în considerare relațiile $\frac{\partial S}{\partial T_s} = -\frac{C_p}{T_s}$, $\left(\frac{\partial i_{aj}}{\partial S} \right)_{P_i} = T_{aj}$, $T^*_{aj} = \frac{i_{aj} - \bar{t}_{Hj}}{S_{aj} - S_{Hj}}$ se găsește din (18) coeficientul parțial pentru preîncălzitorul j :

$$b_j = \left(\frac{T_{aj}}{T^*_{aj}} - 1 \right) \frac{\tau_j}{i_{aj} - \bar{t}_{Hj}} \frac{1}{T_s} . \qquad (19)$$

Pentru Z_s, preîncălzitoare alimentate cu abur trecut prin supraîncălzitorul intermediar, suma variațiilor de entropie a aburului va fi dată de expresia (16).

Cu ajutorul ecuației (14) se poate determina cu multă exactitate zona optimă a parametrului t_s, ținîndu-se seama de toți factorii ce pot influența asupra valorii sale optime.

Coeficienții a_s și a_i se pot ușor determina din fig. 4 și fig. 5, unde se dau funcțiile $h^I_T = f(t_s)$ *) și $h^{II}_T = f(t_s)$, din care se vede că

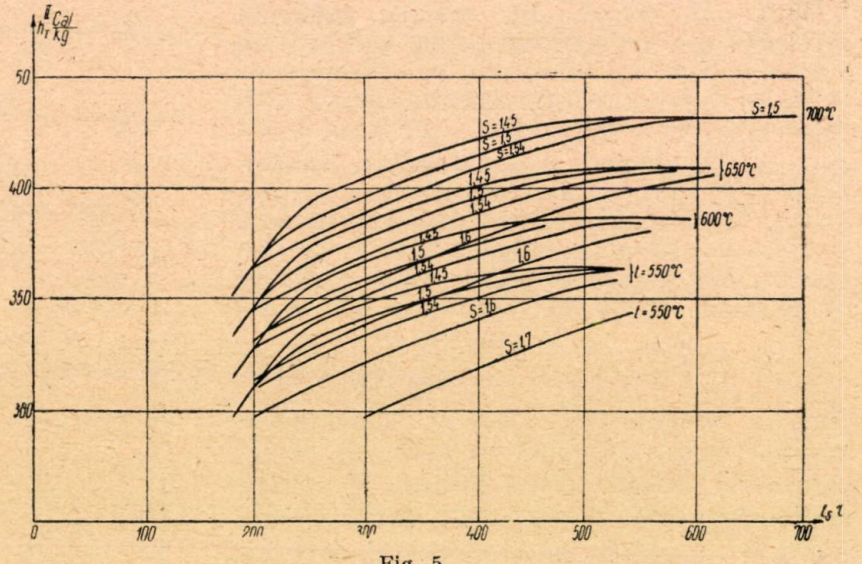


Fig. 5

pentru un interval larg de presiuni și temperaturi, aceste funcții au un caracter liniar.

*) $h^I_T = i_0 - i_n$, deci $\frac{\partial h^I_T}{\partial T_s} = \frac{\partial i_n}{\partial T_s}$.

Ecuația (14) se rezolvă prin aproximații succesive. La început se alege o valoare t_s evaluată în prealabil ca zonă optimă și se calculează pentru valoarea aleasă t_s toți coeficienții a_s, a_i, y_1, y_2, a, φ_0, b, C_p, η_s^i.

Introducînd valorile respective în ecuația(14) se obține valoarea T_s^{opt} după care se recalculează pentru noua valoare găsită toți coeficienții ce depind de valoarea t_s.

De obicei, sînt suficiente 1—2 încercări pentru a găsi valoarea optimală exactă a lui t_s.

3. Exemplu de calcul al temperaturii optimale izoentropice de supraîncălzire intermediară

Pentru schema reală SKK-300 cu parametrii aburului viu $p_0 = 300$ ata, $t = 650/600$°C, presiune în condensator $p_c = 0{,}03$ ata, temperatura apei de alimentare $t_a = 309{,}53$°C, numărul preîncălzitoarelor ciclului regenerativ $Z = 8$, se consideră în prealabil că zona optimală se află în jurul valorii $p_s = 50$ ata.

Randamentele interne η_{oi}^I, η_{oi}^{II} ale turbinei se calculează pe baza valorilor secțiunilor critice echivalente F_c, folosind în acest scop datele din literatura de specialitate [13]. Considerînd că funcțiile $\eta_{oi}^I = f(t_s)$, $\eta_{oi}^{II} = f(t_s)$ sînt funcții lineare în intervalul $p_s = 50 \div 100$ ata [$t_s = 350 - 455$°C] reiese din calcul:

$p_s = 50$ ata, $t_s = 350$°C, $\eta_{oi}^I = 0{,}844$, $\eta_{oi}^{II} = 0{,}9116$

$p_s = 100$ ata, $t_s = 455$°C, $\eta_{oi}^I = 0{,}8228$, $\eta_{oi}^{II} = 0{,}8996$

de unde coeficienții y_1 și y_2 vor fi:

$$y_1 = \frac{\partial \eta_{oi}^I}{\partial T_s} \cong \frac{\Delta \eta_{oi}^I}{\Delta T_s} = \frac{0{,}844 - 0{,}8228}{350 - 455} = -0{,}202 \cdot 10^{-3}$$

$$y_2 = \frac{\partial \eta_{oi}^{II}}{\partial T_s} \cong \frac{\Delta \eta_{oi}^{II}}{\Delta T_s} = \frac{0{,}9116 - 0{,}8996}{350 - 455} = -0{,}144 \cdot 10^{-3}$$

Pentru valoarea prealabil aleasă $t_s = 350$°C se calculează coeficienții:

$$y_1 h_T^I = 0{,}0266\,; \qquad y_e h_T^{II} = 0{,}0409$$

$$C_p = 0{,}58,\ a_s = 0{,}44,\ a_i = 0{,}15,\ \eta_{li}^s = 0{,}51103$$

$$a = \left(\frac{\partial C_p}{\partial T_s}\right)_{opt} = 0{,}35 \cdot 10^{-3}$$

$$\varphi_0 = \frac{(600-350)(1-0{,}52\ 243) - 297 \ln \frac{873}{623}}{0{,}58} = 33{,}53$$

$$a\varphi_0 = 0{,}011735.$$

Calculul coeficientului b se face pe baza tabelei 3, după ce în prealabil s-a adoptat o distribuție a prizelor după metoda creșterii constante a entalpiei pe traseul apei de alimentare în instalația regenerativă.

Pentru calculul coeficientului b se are în vedere schimbarea de entropie a aburului numai în preîncălzitoarele alimentate cu abur trecut prin supraîncălzitorul intermediar.

Tabela 3

Preîncălzitoare	Presiunea prizei de abur, ata	Temperatura medie log °K	Temperatura aburului la priză °K	$i_{aj} - \bar{t}_{Hj}$, kcal/kg	τ_j, kacl/kg	Obs.
P_4	19,456	510	755	605,1	39,5	
P_5	8,619	458	650	593	38,3	
P_6	3,286	416	541	580	37,5	
P_7	0,2227	374	423	563,4	37,12	
P_8*)	—	—	—	—	—	Pentru preîncălzire cu priza de abur în domeniul aburului umed $T_{aj} = T_{aj}^*$

$$b = \frac{1}{T_s} \sum_4^8 \left(\frac{T_{aj}}{T_{aj}^*} - 1\right) \frac{\tau_j}{i_{aj} - \bar{t}_{Hj}} = 0{,}13874 \cdot 10^{-3}.$$

Introducînd toți coeficienții calculați în ecuația optimă, se obține:

$$T_s^{opt} = \frac{297 \cdot 0{,}58}{(0{,}58 - 0{,}44 \cdot 0{,}157 + 0{,}0266)0{,}489 + 0{,}15 \cdot 0{,}0884 - 0{,}0409 - 0{,}11735 \cdot 0{,}58 - 0{,}1387 \cdot 10^{-3} \cdot 297 \cdot 0{,}58} = 647\text{°K}$$

sau $t_s = 374$°C, ceea ce diferă de valoarea preala-

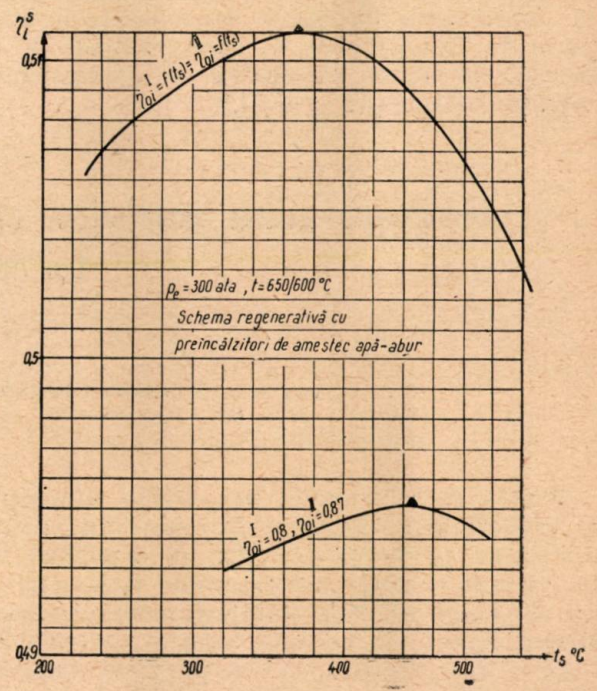


Fig. 6

labil aleasă $t_s = 350$°C, dar coincide perfect cu valoarea găsită pe baza variantelor de calcul (fig. 6).

O repetare a calculului pentru $t_s = 370°C$, conduce la același rezultat ($p_s^{opt} = 60$ ata).

Interesant de remarcat, că în cazul cînd se neglijează influența presiunii de supraîncălzire intermediară asupra valorilor η_{oi}^I, η_{oi}^{II}, adică dacă se consideră $y_1 = y_2 = 0$, se găsesc valori cu mult mai ridicate ale valorii optimale t_s.

Aceasta se explică prin faptul că o creștere a presiunii de supraîncălzire intermediară micșorează valorile randamentelor interne η_{oi}^I și η_{oi}^{II}, ceea ce are ca urmare o micșorare a randamentului termic al centralei.

În acest caz, deplasarea zonei de maxim a randamentului depinde de mărimea coeficienților y_1 și y_2, adică în ultimă instanță, de caracterul funcțiilor $\eta_{oi}^I = f(p_s)$, $\eta_{oi}^{II} = f(p_s)$.

De exemplu, pentru aceiași parametri inițiali ai aburului, $p_0 = 300$ ata, $t = 650/600°C$, dar $\eta_{oi}^I = 0{,}8 = \text{const}$, $\eta_{oi}^{II} = 0{,}87 = \text{const}$. ($y_1 = y_2 = 0$) se obține $t_s^{opt} = 446°C$, $p_s^{opt} = 95$ ata, ceea ce depășește cu mult valoarea optimală găsită anterior fig. 6.

Concluzii

În prezenta lucrare se dă o metodă generală pentru determinarea parametrilor optimi ai schemelor termice cu supraîncălzire intermediară.

Metoda de determinare a valorii optimale a presiunii de supraîncălzire intermediară constă în exprimarea mărimilor dependente de temperatura izoentropică de supraîncălzire t_s ca funcții de acest parametru și determinarea maximului funcției $\eta_i^s = f(t_s)$.

Pornind de la expresia randamentului centralei, se pot considera toți factorii ce influențează asupra economicității instalației ca umiditatea finală a aburului destins în turbină, circuitul de preîncălzire regenerativ al apei de alimentare, randamentele relative interne ale turbinei, parametrii inițiali ai aburului, presiunea în condensator.

Metoda expusă se poate extinde și pentru cazul supraîncălzirii intermediare cu două sau trei trepte.

Bibliografie

[1] Marguerre F. : BWK 1952 no. 11.
[2] Senger V.: *De Wärmewirtschaftlichen Gewinnmöglichkeiten in Kondenstationskraftwerken* BWK nr. 2. 1955.
[3] Rubinstein E. M. : *O naivîgogneișem davlenii dlea promejutocinovo peregreva para* Izvestia VTI nr. 10—1931.
[4] Franck C. C. : Combustion 1955 — T. 27 nr. 25, p. 40—48.
[5] Zinzen A. : *Der Einfluss der Dampftemperatur auf den Wirkungsgrad von Dampfturbinen*, 1929.
[6] Calafati D. D.: *Osnovi teorii regenerativnîh țiclov paroturbinîh ustanovok viscokov davlenia* Trudi M.E.I. vîpusk XI, 1953.
[7] Gohstein D. D. : *Vîbor optimalnih davlenii promejutocnovo peregreva para.* Teploenergetica nr. 2, 1958.
[8] Scerglaev A. V.: *Parovie turbinî.* II-ce izdanie.
[9]. Calafati D. D.: *Termodinamiceskii analiz țiclov paroturbinîh ustanovok s promejutocnîm peregrevom* Teploenergetica nr. 3, 1956.
[10] Schüler K. H.: *Der Innerwirkungsgrad mehrstufiger Dampfturbinen.* Energie Technik nr. 9, 1955.
[11] Bauman : *Recent developments in steam turbine practice* Inst. Electric. Eng. 1912, v. 48, p. 78.
[12] Gohstein D. P.: *Entropiinîi metod energeticeskih poter* G.E.I. 1951.
[13] Elston I. W. and Knowlton P. H.: Transactions of ASME — 1952.

621.311.22 : 621.187

Recuperarea purjelor cazanelor de abur în centrale termoelectrice

*D. GOLICI**)

Autorul caută să scoată în evidență economicitatea recuperării purjelor de abur, considerînd-o ca un factor important de îmbunătățire a randamentului termocentralelor. Totodată, prezintă și cîteva scheme de recuperare a purjelor în diferite tipuri de centrale.

Pentru menținerea în proporțiile admisibile a concentrării sărurilor în apa din cazan, înlăturînd pericolul degajării și depunerii lor în țevile fierbătoare ale cazanului și antrenarea lor de către abur în tambur, supraîncălzitor și mai departe în turbină, cum și pentru înlăturarea impurităților, se face purjarea continuă și intermitentă a cazanului de abur.

Purjarea continuă se face prin eliminarea unui debit de apă constant și continuu din tamburul cazanelor. Purjarea intermitentă se face eliminînd un debit de apă variabil din colectoarele inferioare ale cazanelor în funcție de concentrația sărurilor în cazan.

Purjarea unui cazan nu trebuie să depășească următoarele valori procentuale raportate la debitul de abur al cazanului:

— La centrale cu pură condensație și centrale de termoficare urbană 2—3%.

— La centrale de termoficare industriale, fără recuperarea condensatului prizei de abur industrial, care lucrează cu apa de alimentare formată dintr-un amestec de condensat și apă cationată 5—7%.

Din valoarea totală a purjelor, purjele intermitente reprezintă o cotă foarte mică,

*) *D. Golici* este inginer principal la Energo-Reparații

greu de exprimat în cifre exacte, fiind funcție de starea instalațiilor și de condițiile de exploatare.

Ca orientare se poate considera că purjele intermitente nu reprezintă procentual mai mult de 5% din valoarea totală a purjelor cazanului, în centralele moderne.

Rezultă că marea majoritate a purjelor unui cazan este preluată de purjele continue.

Eliminarea din cazan prin purjare a unui debit de apă la presiunea cazanului și temperatura de saturație corespunzătoare acestei presiuni reprezintă pentru ciclul termic o pierdere de căldură și condensat care atrage după sine o scădere a randamentului ciclului termic. Astfel, recuperarea purjelor cazanelor de abur devine foarte interesantă și se practică la toate centralele termoelectrice moderne.

Dat fiind că marea majoritate a purjelor sînt reprezentate de către purjele continue, se va trata în mod special recuperarea acestora.

La centralele termoelectrice moderne de mare putere se face și recuperarea parțială a purjelor intermitente, unde datorită cantităților mari de fluid vehiculat aceasta devine interesantă.

1. Principiul recuperării purjelor

Pentru reducerea pierderilor de apă și căldură datorită purjării cazanelor de abur în centralele termoelectrice, se realizează o restituire parțială a apei și căldurii purjelor în sistemul de alimentare al cazanului.

Apa de purjare se evacuează din cazan printr-o supapă de laminare cu ac și amestecul de apă-abur, ce se formează prin laminare, este condus la un expandor de purje, ce are drept scop separarea aburului format, la o presiune redusă, de apă.

Aburul emis de expandorul purjelor este un abur saturat, la presiunea din expandor sau, mai precis, un abur ușor cu un titlu aproximativ, $X \cong 0{,}85$. Acesta se reintroduce în ciclul termic al centralei la preîncălzitorul de presiune corespunzătoare și de cele mai multe ori la degazor.

Apa rămasă în expandor, avînd o concentrație mare de săruri, este utilizată de obicei în preîncălzitorul de suprafață al apei de adaos, unde se răcește pînă la 40—60°C, iar apoi este condusă la canal. În felul acesta se realizează o recuperare parțială a purjelor (fig. 1,*b*).

La centralele moderne cu parametrii ridicați, apa din expandor poate fi și ea reintrodusă în ciclu prin intermediul instalației de vaporizare a apei de adaos.

Ea se introduce fie direct în vaporizatoare, fie în ciclul apei de adaos în dreptul dezaeratorului (fig. 1,*c*).

În felul acesta se realizează *o recuperare totală a purjelor*, impropriu spus, dat fiindcă o parte din această apă se pierde prin purjarea vaporizatoarelor ce se conduc la canal, din cauza unui conținut mult prea ridicat de săruri.

La centralele de termoficare, apa din expandorii purjelor se utilizează la acoperirea pierderilor de apă ale rețelei termice.

În centrale cu presiuni ridicate ale aburului în cazan, depășind 80 ata, expandarea purjelor se face în două trepte, pentru a putea produce cît mai mult abur și a elimina cît mai puțină apă cu concentrat de săruri (fig. 4).

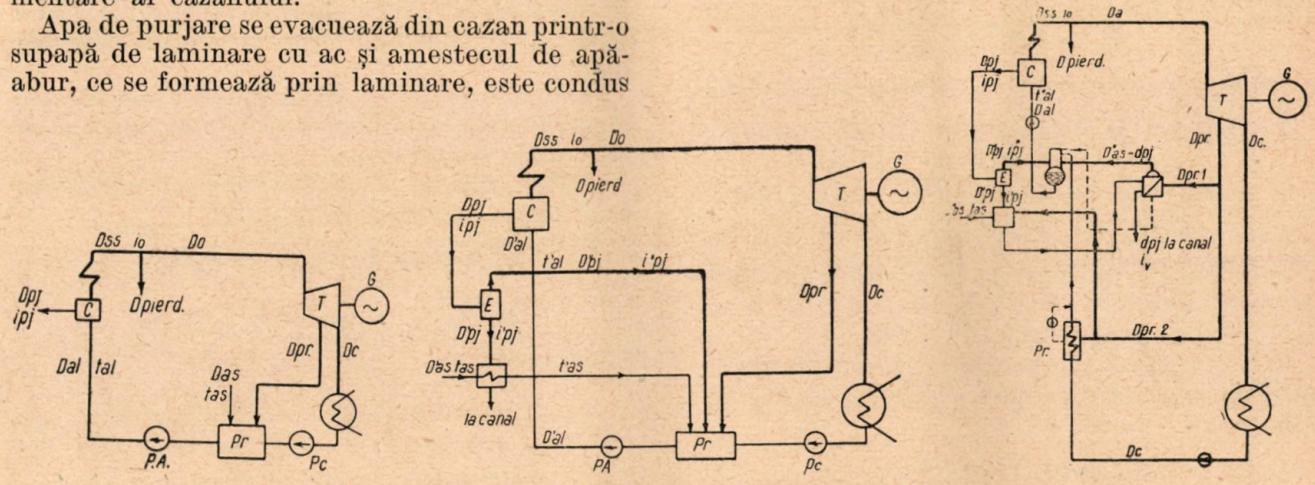


Fig. 1. Schema termică simplificată a unei centrale termoelectrice

a — fără recuperarea purjelor. *b* — cu recuperarea purjelor. *c* — cu recuperarea totală a purjelor.

D_{ss} — debit de abur la ieșire din supraîncălzitor;
D_o — debit de abur la intrarea în turbină;
D_{al} — debit de apă de alimentare a cazanului;
D_{pj} — debit de purje;
D_{as} — debit de apă de adaos;
D_{pierd} — debit de pierderi de fluid activ în circuit termic;
D_{pr} — debit de prize;
D_c — debit de condensație;
$P_{r_{,,}}$ — preîncălzirea regenerativă;
D_{pj} — debit de abur produs în expandor;
D_{pj} — debit de apă separată în expandor;
d_{pj} — debit suplimentar de purjare a vaporizatorului datorat conducerii condensatului purjelor la vaporizator;
i_x — entalpii cu indicii debitelor afectate;
t_x — temperaturi cu indicii debitelor afectate.

2. Eficiența economică

Pentru a scoate în evidență aportul economic al recuperării purjelor se vor utiliza trei scheme simplificate de circuite termice, în care se consideră că întreaga cantitate de purje este debitată sub formă de purje continue :

1. Schema termică simplificată a unei centrale termoelectrice fără recuperarea purjelor (fig. 1,*a*).

2. Schema termică simplificată a unei centrale termoelectrice cu recuperarea parțială a purjelor (fig. 1,*b*).

3. Schema termică simplificată a unei centrale termoelectrice cu recuperarea totală a purjelor (fig. 1,*c*).

Se va considera că cele trei scheme nu sînt decît trei variante ale unei aceleiași scheme de bază, cu aceleași instalații de bază cazan-turbină —sistem de preîncălzire regenerativă, cu aceeași sarcină W pe mașini, la care diferă numai mediul de conducere a purjelor.

Pentru a putea menține sarcina electrică pe mașini constantă în cele trei variante, vor trebui să fie constante următoarele valori : D_o, D_c, D_{pr}, și i_0. Se mai pot considera constante și D_{pj}, D_{pierd}, i_p și t_{as}.

Se va face o primă comparație a celor trei scheme, comparînd cantitățile de căldură pierdute de cicluri, datorită purjelor.

În schema 1, cantitatea de căldură pierdută de ciclu datorită purjării este : $Q_p = D_{pj} \cdot i_{pj}$. Considerînd $D_{pj} = 0{,}02\ D_0$ se obține :

$$Q_p = 0{,}02\ D_0\ i_{pj},$$

i_{pj} fiind egal cu entalpia apei din cazan rezultă :

— pentru cazanele de presiuni medii ($\sim$40ata)

$$\underline{Q_p \simeq 0{,}02 \cdot 258\ D_o = 5{,}16\ D_o}$$

— pentru cazane de presiuni ridicate ($\sim$110ata)

$$\underline{Q_p'' \simeq 0{,}02 \cdot 344\ D_o = 6{,}88\ D_o}$$

În schema 2, cantitatea de căldură pierdută de ciclu datorită purjării este :

$$Q_p' = D_{pj}'\ (40 \div 60)$$

40÷60°C fiind temperatura cu care condensatul purjelor iese din preîncălzitorul de suprafață al apei de adaos.

$$D_{pj}' = (0{,}70 \div 0{,}75)\ D_{pj}.$$

Adoptînd valori medii se obține :

$$\underline{Q_p' = 0{,}725\ D_{pj} \cdot 50 = 0{,}725 \cdot 0{,}02\ D_o \cdot 50 = 0{,}725\ D_o}$$

Raportînd Q_p' la Q_p rezultă :

— pentru cazane de presiuni medii ($\sim$ 40 ata)

$$\frac{Q_p'}{Q_p} = 0{,}140$$

— pentru cazane de presiuni ridicate ($\sim$110ata)

$$\frac{Q_p'}{Q_p} = 0{,}105$$

deci pierderile de căldură devin mai mici de circa șapte ori la cazane de presiuni medii și de circa 10 ori la cazane de presiuni ridicate.

În schema 3, cantitatea de căldură pierdută de ciclu datorită purjării este :

$$Q_p'' = d'_{pj} \times i_v$$

dar $i_v = i'_{pj}$ și nu depășește în genere 180 kcal/kg. corespunzător la 10 ata ;

$d'_{pj} \simeq 0{,}15\ D'_{pj} = 0{,}15 \times 0{,}75 \times 0{,}02 \times D_0 = 0{,}00225\ D_0$ (valoare maximă pentru d'_{pj}) deci :

$$Q_p'' \simeq 0{,}00225 \cdot 180 \cdot D_0 = 0{,}405\ D_0$$

În concluzie rezultă :

$$Q_p'' \simeq 0{,}55\ Q_p' \text{ și}$$

$$Q_p' \simeq 0{,}10\ Q_p \div 0{,}15\ Q_p.$$

Cu alte cuvinte se poate spune că : cu cît recuperarea purjelor este mai avansată, cu atît căldura pierdută de ciclu datorită purjării este mai mică și, deci, randamentul ciclului crește.

Efectul recuperării purjelor asupra mersului economic al centralei poate fi calculat urmărind efectul fie asupra reducerii pierderilor, fie asupra instalației de preîncălzire regenerativă. Se dau mai jos, formulele de calcul pentru ultimul caz.

Randamentul instalației de turbogeneratoare se poate scrie : $\eta_{le} = \frac{860W}{Q_e}$, unde Q_e este consumul de căldură al instalației de turbogeneratoare (turbină, preîncălzire regenerativă inclusiv degazor).

În cazul de față, numărătorul fracției este constant, conform ipotezei făcute, așa că se va urmări numitorul.

Pentru schema 1, făcînd bilanțul instalației de turbogenerator, se obține :

$$Q_e = D_o\ i_o + D_{as}\ i_{as} - D_{al}\ i_{al}$$

dar

$$D_{al} = D_o + D_{pj} + D_{pierd} = D_o + D_{as}$$

astfel încît :

$$\underline{Q_e = D_o\ (i_o - i_{al}) - D_{as}\ (i_{al} - i_{as}).}$$

Pentru schema 2, în mod analog se obține :

$$Q_e' = D_o\ i_o + D_{pj}''\ i_{pj}'' + D_{as}'\ i_{as}' - D_{al}'\ i_{al}'$$

dar

$$D_{al} = D_o + D_{pj} + D_{pierd} \text{ și } D_{as}' = D_{pj}' + D_{pierd}$$

unde

$$D_{pj}' = D_{pj} - D_{pj}''$$

astfel încît

$$\underline{Q_e' = D_o\ (i_o - i_{al}') + D_{pj}''\ (i_{pj}'' - i_{al}') - D_{as}'\ (i_{al}' - i_{as}')}$$

Pentru schema 3 se obține :

$$Q_e'' = D_o\ i_o + D_{pj}''\ i_{pj}'' + D_{pj}'\ i_{pj}' + D_{as}''\ i_{as} - D_{al}\ i_{al}'' - d_{pj}'\ i_{pj}'$$

unde

$$D''_{as} = D_{pierd} + d'_{pj} \text{ şi } D_{a1} = D_0 + D_{pierd} + D_{pj}$$

astfel încît :

$$Q''_e = D_0\,(i_0 - i''_{a1}) + D_{pj}\,(i_{pj} - i''_{a1}) - D''_{as}\,(i''_{a1} - i_{as}) - d'_{pj}(i'_{pj} - i''_{a1},)$$

Aplicînd aceste formule pentru a înveder a numeric eficienţa economică a recuperării purjelor, se redă mai jos scăderea procentuală a consumului specific de căldură a ciclului, respectiv creşterea procentuală a randamentului, prin recuperarea căldurii purjelor, la centrale de condensaţie şi termoficare :

Presiunea aburului în cazan ata	120	33	23
Scăderea cosumului specific căldură prin recuperarea purjelor :			
— Centrale de pură condensaţie şi termoficare urbană %	0,6—0,9	0,36—0,54	0,32—0,48
— Centrale de termoficare industrială fără recuperarea condensatului prizei de abur industrial, %	1,5—2,1	0,9—1,26	0,8—1,12

Aceste valori stabilite pentru o cotă de purje conform indicaţiilor de la punctul I, cresc proporţional cu această cotă. În cazul preparării necorespunzătoare a apei de adaos, cota efectivă de purjă este sensibil mai mare şi, deci, importanţa recuperării creşte în consecinţă.

O condiţie importantă pentru obţinerea eficienţei economice a recuperării purjelor cazanelor de abur este funcţionarea corectă a instalaţiilor de recuperare : expandor, oale de condens etc. Este vorba, în mod special, de funcţionarea corectă a expandorilor de purje.

Neproducerea aburului scontat de către expandorii de purje şi canalizarea întregii cantităţi de purjare sau a unei cantităţi mai mari decît cea normală, pe calea condensatului din expandori, atrage după sine o funcţionare neeconomică.

Printr-o supradimensionare a expandorilor sau printr-o exploatare neîngrijită, nu se menţine nivelul de apă în expandori şi, în felul acesta, nu se poate produce aburul scontat ca aport la preîncălzirea regenerativă a condensatului turbinei.

Pentru exemplificare se poate cita o centrală de 120 MW cu grupuri de 20 MW la 56 ata 460°C, al cărui consum specific de căldură a crescut cu 0,024% din cauza neproducerii de abur a expandorilor. Aceasta echivalează cu un consum suplimentar anual de combustibil convenţional de circa 90 000 kg.

3. Scheme de recuperarea purjelor

În cele ce urmează se vor reda cîteva din schemele cele mai frecvente de recuperarea purjelor în centrale termoelectrice :

a) *Recuperarea purjelor la centrale de pură condensaţie cu instalaţii de tratarea apei de adaos cu var-sodă* (fig. 2). Schema este aplicabilă la centrale termoelectrice de tip mai vechi, cu parametrii scăzuţi sau mijlocii şi cu cazane cu volum mare de apă.

Purjele continue sînt expandate într-o singură treaptă şi utilizate în principiu, la preîncălzirea apei de adaos.

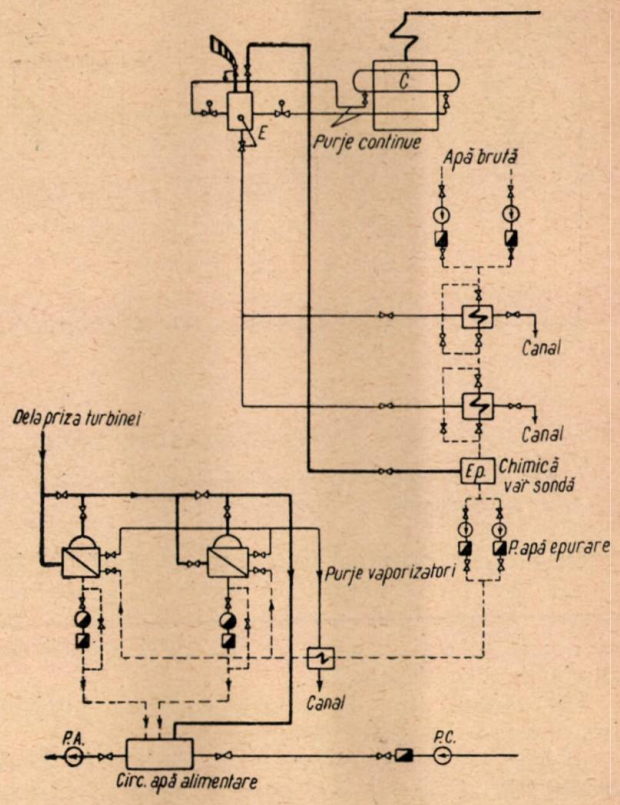


Fig. 2. Schema purjelor unei centrale de condensaţie cu instalaţie de tratare chimică a apei de adaos cu var-sodă.

Condensatul expandorului este condus la preîncălzitorii de suprafaţă ai apei de adaos, după care la o temperatură de 40—60°C este trimis la canal.

Aburul produs de expandor este condus la instalaţia de epurare chimică cu var-sodă a apei de adaos, unde, de obicei, este utilizat în reactor.

Dacă apa epurată chimic este apoi tratată termic în vaporizatori, concentratul de săruri remanente în apa de adaos se evacuează prin purjele vaporizatorilor care înainte de a fi trimise la canal pot preîncălzi apa de adaos într-un preîncălzitor de suprafaţă.

Purjele intermitente, în principiu, nu sînt recuperate ci trimise la canal.

b) *Recuperarea purjelor în centrele moderne de pură condensaţie cu expandare într-o singură treaptă* (fig. 3). În centrale termoelectrice cu parametrii mijlocii, expandarea purjelor continue se face, de obicei, într-o singură treaptă, pînă la o presiune ce nu depăşeşte, în general, 10—11 ata ; frecvent 6 sau 1,2 ata.

Aburul produs de expandor este utilizat în circuitul regenerativ, mai frecvent la degazerii apei de alimentare sau la un preîncălzitor de presiune corespunzătoare.

Condensatul expandorului este utilizat pentru preîncălzirea apei de adaos într-un preîncălzitor de suprafață.

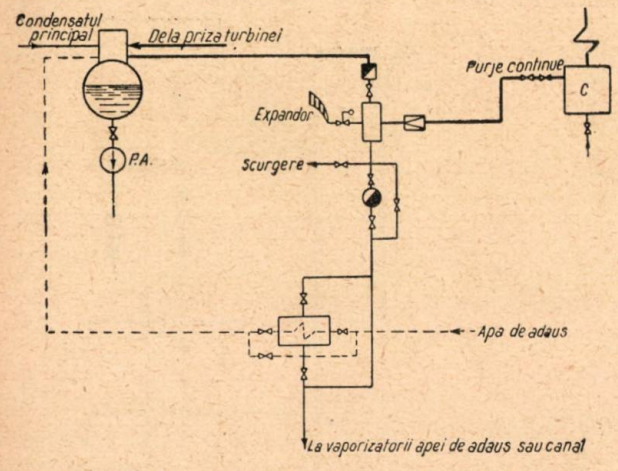


Fig. 3. Schema conducerii purjelor în centrale noi cu expandare într-o singură treaptă.

După preîncălzitor, apa este condusă fie la canal, fie la vaporizatorii apei de adaos și, astfel, reintrodusă aproape în întregime în ciclu; se pierde o parte de cca 1,5% o dată cu purjarea vaporizatorilor.

De obicei, nici la aceste centrale purjele intermitente nu sînt recuperate.

c) *Recuperarea purjelor cu expansiune în două trepte* (fig. 4 și 5). La centrale termoelectrice

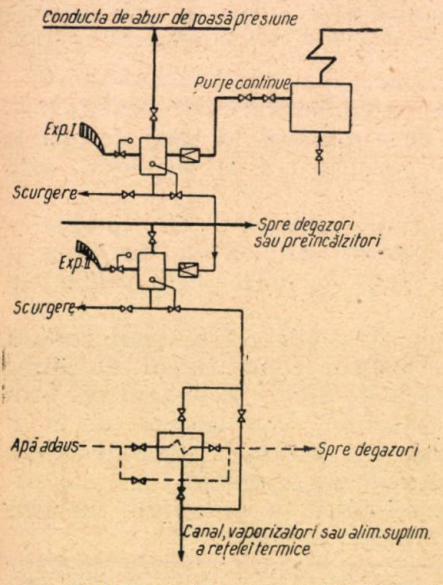


Fig. 4. Schema de conducere a purjelor cu expansiune în două trepte.

cu presiune peste 80 ata, pentru a realiza o recuperare cît mai mare a purjelor continue, acestea sînt expandate în două trepte.

Debitul de abur produs de expandor fiind limitat la circa 25—30% din debitul de purje introdus, pentru o recuperare cît mai mare de abur din purje, expandarea în două trepte devine necesară.

Aburul produs de prima treaptă de expandare poate fi utilizat în preîncălzitorii de înaltă presiune, la centrale cu ciclu suprapus în ciclul de joasă presiune sau la centralele de termoficare, în boilerii de termoficare și prizele de abur industrial.

Condensatul primei trepte este expandat apoi în treapta a doua, care are aceeași utilizare ca și aceea de la punctul B.

La asemenea centrale începe să devină interesantă și recuperarea purjelor intermitente. În fig. 5, redăm o schemă de recuperare complexă a purjelor continue și intermitente. Purjele continue sînt expandate în două trepte ca în fig. 4. Aburul treptei *I* este utilizat la degazori și rezervoarele apei de alimentare, cu o presiune de ordinul 6 ata, iar aburul treptei a doua este introdus în degazorul apei de adaos, la o presiune de ordinul 1,2 ata. Condensatul purjelor continue este condus la preîncălzirea apei de adaos, de unde poate fi reintrodus în ciclu prin vaporizatori sau eliminat la canal.

Purjele intermitente sînt expandate într-o singură treaptă și de obicei este recuperat numai aburul separat în expandor. În cazul nostru, aburul este introdus în degazorul apei de adaos.

d) *Recuperarea purjelor la centrale de termoficare* (fig. 6). Purjele continue sînt expandate în una sau două trepte, în funcție de presiunea aburului viu. Aburul este, de obicei, utilizat ca aport la prizele de termoficare, pentru boilere sau abur industrial, iar condensatul, după ce a preîncălzit apa de adaos, este utilizat ca adaos la rețeaua termică.

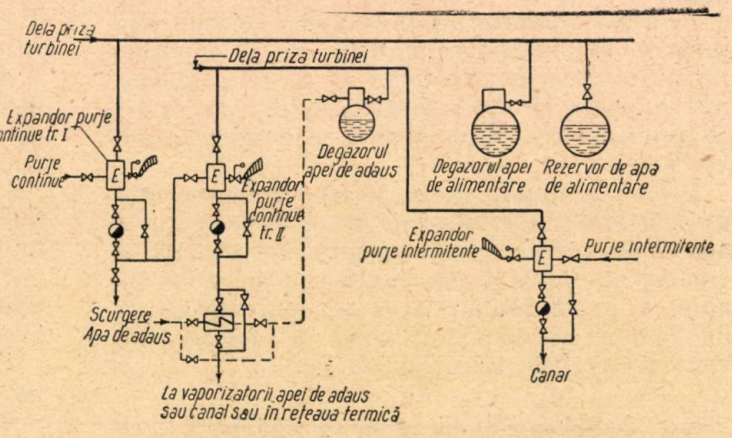


Fig. 5. Schema de recuperare complexă a purjelor continue și intermitente.

La ciclurile cu grupuri de termoficare cu priză de abur industrial și priză de termoficare, expandarea purjelor se poate face în două

trepte, aburul primei trepte fiind utilizat în priza de abur industrial, iar cel al treptei a doua în boilere de termoficare (de bază).

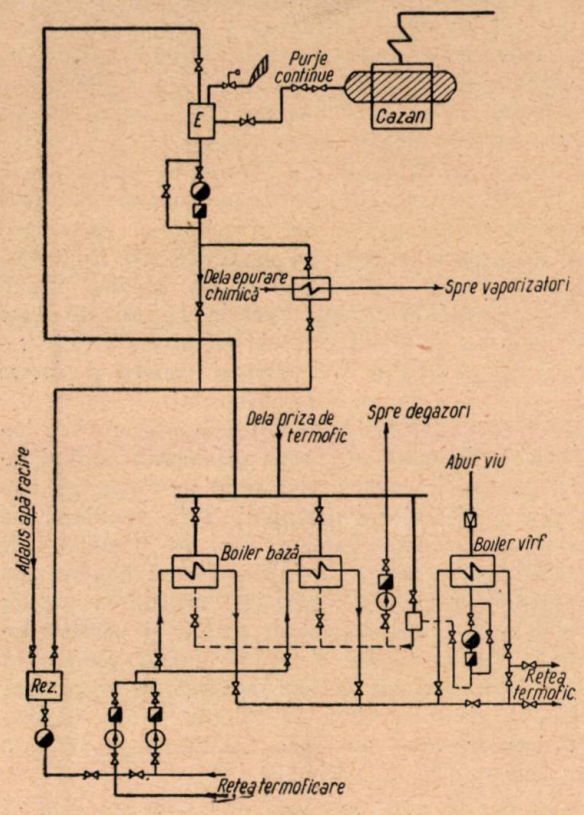


Fig. 6. Schema purjelor unei centrale de termoficare cu utilizarea lor ca adaos în rețea de termoficare.

În cazul schemei noastre, cu expandare într-o sigură treaptă, aburul este utilizat în boilere de bază ale instalației, de termoficare, iar condensatul este utilizat la preîncălzirea apei de adaos și ca adaos la rețeaua termică.

La cicluri de presiuni mari, purjele intermitente se recuperează și ele în modul indicat la punctul c.

4. Concluzii

Din cele expuse, rezultă în mod evident că recuperarea purjelor cazanelor de abur, în centrale termoelectrice, este economică și, deci, contribuie ca un factor important la tendința îmbunătățirii continue a randamentului centralelor.

Cu cît parametrii ciclului sînt mai ridicați și puterea unităților mai mare, cu atît economia devine mai sensibilă.

O centrală modernă nu mai este astăzi de gîndit fără folosirea purjelor și conducerea lor directă la canal; din contra, tendința este de a recupera din ce în ce mai mult purjarea cazanelor.

Pentru centralele mai vechi care nu au fost înzestrate de la început cu o recuperare a purjelor, aceasta trebuie să reprezinte un îndemn pentru introducerea recuperării. După cum s-a văzut, recuperarea purjelor se realizează cu instalații relativ simple ca : vase de expansiune, oale de condens, conducte și armături, la îndemînă oricărei centrale.

Pentru centralele dotate cu instalații de recuperarea purjelor, rezultă un îndemn de întreținere și exploatare corectă a acestora. Este vorba, în primul rînd, de întreținerea oalelor de condens și de menținerea nivelului de apă în expandori.

Bibliografie

[1] Kerțelli L. I. și Rîjchin: Centrale termoelectrice, Editura Energetică de Stat—București, 1952.

[2] Lagovschi A. A. și Pacșver V. B.: Centrale Termoelectrice, Editura Tehnică—București, 1952.

[3] Novak H.: Termocentrala Gebersdorf II, B. W. K. Nr. 2, Essen, 1958.

[4] Ricard J.: Echipament termic al uzinelor generatoare de energie electrică, Dunod, Paris 1953.

621.182 : 662.76.004.6

Pericolul de explozie a gazelor combustibile în cazanele de abur și măsurile de prevenire

C. DINULESCU *) București

Se descriu cîteva cazuri tipice de explozii de gaze în cazane, se trag învățămintele din fiecare și apoi se arată măsurile de prevenire pe faze și în ordinea eficienții lor, trăgîndu-se concluzia asupra felului cum trebuie să se facă instruirea personalului de exploatare.

De curînd, a avut loc o explozie de gaz în interiorul unui cazan de abur ce se găsea în faza de uscare a zidăriei, deci înainte de a fi pus în funcțiune.

Deși extrem de rare, astfel de explozii pot avea consecințe grave. Pentru a se evita pe viitor astfel de avarii, se arată în cele ce urmează împrejurările în care au avut loc trei explozii în cazane și măsurile de prevenire ce s-au luat.

I. Împrejurările în care au avut loc exploziile, efectele lor și explicarea cauzelor

1. *Cazul nr. 1.* Cazan de 170 t/h, de tip vertical, cu radiație, funcționînd cu gaze naturale. Explozia

* Ing. *C. Dinulescu* este inginer la Direcția Electrificării din Departamentul Energiei Electrice.

s-a petrecut în următoarele împrejurări : în urma unei declanşări a liniilor deservite de centrala respectivă, sarcina acesteia a scăzut aproape la zero. S-a menţinut în funcţiune un cazan, iar la al doilea s-au oprit focurile închizîndu-se atît vanele arzătoarelor, cît şi vana principală. După circa o oră, sarcina centralei crescînd, s-a dat dispoziţie de reaprindere a focurilor la cazanul oprit. Fochistul a verificat dacă vanele arzătoarelor sînt închise, a făcut ventilaţia cazanului conform instrucţiunilor, a deschis vana principală şi apoi a introdus feştila în ambrazura unui arzător. Explozia a fost imediată şi a avut următoarele efecte :

— deformarea ecranelor şi a construcţiei metalice de susţinere ;

— deformarea îmbrăcămintei metalice a cazanului şi dărîmarea parţială a zidăriei camerei de ardere ;

— deplasarea uşoară a tamburului şi slăbirea vălţuirilor ţevilor de ecrane ;

— căderea unei părţi din ţevile economizorului ;

— dărîmarea parţială a canalului de racordare la coşul de fum ;

— rănirea uşoară a fochistului.

Repararea cazanului a durat circa trei luni.

La cercetarea făcută imediat după explozie, s-a constatat că, din cele 16 vane ale arzătoarelor, una era complet deschisă şi înţepenită, iar alte două nu erau bine închise. Explicaţia exploziei este următoarea : convins fiind că prin ventilare se elimină orice risc, fochistul a făcut controlul vanelor în mod superficial ; din cauza grabei cu care a controlat, nu şi-a dat seama că o vană era înţepenită în poziţie total deschisă şi alte două incomplet închise. În legătură cu aceasta, trebuie spus că şi construcţia vanelor nu permitea observarea stării de închidere şi că graba cu care s-a controlat era parţial justificată, prin faptul că fochistul — în mod anormal — trebuie să deservească şi cazanul în funcţiune. Gazele scurse prin cele trei vane în intervalul de 3—4 min, cît a durat deschiderea vanei principale, pregătirea şi introducerea feştilei aprinse, au fost suficiente pentru crearea amestecului exploziv în camera de ardere.

Învăţămintele care se pot trage din acest caz sînt următoarele :

a) ventilarea cazanului înainte de aprindere este necesară, dar nu şi suficientă ;

b) aprinderea făcîndu-se cu tiraj minim — cu tiraj natural sau cu ventilatorul de tiraj aspirat — pentru a nu se stinge flacăra, tirajul nu mai este suficient pentru evacuarea gazelor scăpate în cameră, în intervalul dintre deschiderea vanei principale şi introducerea flăcării.

c) controlul stării de închidere a vanelor trebuie să se facă învîrtind volanul în ambele sensuri, nu numai în acela de închidere ;

d) în cazul cînd construcţia vanelor nu permite o observare sigură a poziţiei de închidere este necesar să se monteze pe tijele vanelor indicatoare de poziţie ;

e) controlul stării vanelor arzătoare să fie completat cu ajutorul unui manometru, montat pe colectorul dintre vana principală şi vanele arzătoarelor ;

f) pregătirea feştilei şi deschiderea vanei principale să se facă nu după ventilare, ci spre sfîrşitul acesteia, astfel încît, imediat după ventilare, să se introducă feştila, evident după ce — cu ajutorul manometrului şi al indicatoarelor de poziţie — s-a stabilit în mod sigur starea vanelor.

2. *Cazul nr. 2.* Cazan de 30 t/h, de tip secţional, funcţionînd cu gaze de sondă sau cu gaze naturale. Din motive de exploatare, cazanul a fost oprit timp de circa două ore. La repornire, s-a făcut ventilarea conform instrucţiunilor, s-a aprins primul arzător şi apoi al doilea. Cam la 15 minute după aprindere, s-a petrecut explozia cu efecte relativ reduse : deformarea a doi stîlpi şi uşoara deplasare a zidăriei în zona supraîncălzitorului.

Explicarea exploziei este următoarea : în timpul opririi de două ore, vana principală nefiind închisă, iar vanele arzătoarelor fiind neetanşe, au scăpat gaze în interiorul cazanului. Prin ventilare, s-a evacuat majoritatea gazelor, dar nu complet. Fie că ventilarea nu s-a făcut intens, fie că conformaţia drumurilor de gaze nu permitea evacuarea gazelor acumulate în colţul format de plafon şi peretele separator dintre drumul *1* şi *2*, gazele rămase în acest spaţiu s-au aprins nu imediat la repornirea cazanului, ci după circa 15 minute, cînd temperatura gazelor arse în zona supraîncălzitorului a atins temperatura de aprindere.

Învăţămîntul care se trage din acet caz este că ventilarea nu pune complet la adăpost cazanul, dacă nu este făcută puternic, sau dacă nu asigură evacuarea gazelor strînse în anumite colţuri create de particularităţile cazanului respectiv.

Pentru prevenirea riscului ce rezultă din suprapunerea acestor două defecţiuni — vane neetanşe şi zone moarte în partea superioară a cazanului — trebuie ca, afară de lichidarea neetanşeităţilor vanelor, să se creeze o posibilitate de evacuare a gazelor strînse în zonele neventilate.

Cazul nr. 3. Cazan de 130 t/h, de tip vertical, funcţionînd cu gaze şi cu păcură. Cazanul fiind nou, încă nepus în funcţiune, se află în faza de uscare a zidăriei, care se făcea cu ajutorul unui arzător de gaze constituit ad-hoc. Deşi aprinderea gazelor se făcea cu ventilatorul de gaze arse în funcţiune, totuşi acesta se oprea după circa 1/2 oră de la aprindere, pentru că se constatase că, la tiraj natural, flacăra era mai stabilă.

În a cincea zi de uscare, după ce totul mersese bine şi procesul de uscare se apropia de sfîrşit, a avut loc o stingere a flăcării, din cauza scăderii presiunii gazelor. Observîndu-se la timp stingerea, s-a închis vana de gaze, s-a ventilat conform instrucţiunilor şi, după circa 15 minute, s-a reaprins şi s-a continuat normal încălzirea.

Cam la două ore după această primă stingere, a avut loc o a doua stingere, de data aceasta neobservată, din aceeaşi cauză de scădere a presiunii gazelor. După un timp care nu putea să depăşească

10 minute de la stingerea flăcării, s-a petrecut explozia, cu efecte asemănătoare întru totul celor de la cazul nr. 1.

Imediat după explozie, s-a observat că, în partea superioară a camerei, mai ardea o scîndură rămasă de la cofrajul unui torcret.

Plecînd de la această observaţie, cum şi de la faptul că în ultimul moment temperatura gazelor arse depăşise valoarea de 240°C la care lemnul de brad se poate autoaprinde, s-a dat următoarea explicaţie.

La scăderea presiunii gazelor, flacăra s-a stins, însă gazele au continuat să intre în cameră, pentru că presiunea nu scăzuse la zero şi pentru că, după cîteva minute, presiunea a crescut repede ; tirajul fiind foarte redus şi micşorîndu-se încă prin însăşi stingerea flacării, gazele nu s-au evacuat din cameră, ci s-au acumulat în partea de sus, adică tocmai unde se afla şi scîndura care, probabil, se aprinsese cu cîteva ore mai înainte, în momentul cînd temperatura gazelor a depăşit 200° C.

După circa 5—7 minute de scurgere a gazelor, acestea au depăşit limita inferioară de explozie şi, pornind de la sursa de inflamare — în cazul nostru scîndura aprinsă — s-au aprins cu caracter exploziv, contribuind la aceasta şi faptul că pereţii camerei erau încălziţi. Pentru atingerea efectelor de distrugere ce au avut loc, nu era necesar ca întreaga cameră să fi fost umplută cu amestecul exploziv, fiind suficientă numai partea superioară. Evident însă că chiar şi gazele evacuate parţial în spatele cazanului au contribuit la creşterea presiunii interioare în momentul aprinderii.

Învăţămîntul ce se poate trage din acest caz este următorul : trebuia ca responsabilii care au stabilit modul de supraveghere a arderii să aibă în vedere cele trei împrejurări speciale care măreau riscul de explozie, şi anume :

— arderea gazelor se făcea cu nu arzător improvizat, deci cu stabilitate de ardere redusă ;

— alimentarea cu gaze cu totul nesigură ;

— ventilatorul nefiind în funcţiune, evacuarea gazelor nearse — în eventualitatea stingerii flăcării — devenea nesigură, prin însuşi efectul stingerii.

Era absolut necesar ca aceste împrejurări speciale, să fie serios luate în consideraţie şi să se impună, în special după primul caz de stingere, obligaţia severă ca supravegherea focului să fie continuă sau cu întreruperi, care să nu depăşească cîteva minute.

Prin analogia efectelor de distrugere ale cazurilor nr. 1 şi nr. 3 şi din gravitatea lor s-au mai putut trage şi următoarele concluzii :

1. Clapele de siguranţă prevăzute sînt insuficiente ca număr şi defectuoase ca funcţionare : secţiunea de lucru la deschidere este numai o fracţiune redusă din secţiunea posibilă.

2. Pentru cazanele în care se ard gaze, soluţia clapelor de siguranţă de tipul curent nu rezolvă problema şi trebuie găsită altă soluţie, de exemplu :

— o secţiune importantă a peretelui din spate să poată fi aruncată la o creştere a presiunii interioare în focar pentru ca aceasta să nu conducă la un început de deformare a construcţiei de susţinere ;

— în plafonul focarului şi în partea superioară a pereţilor, să fie prevăzute panouri mari şi uşoare, care la o anumită creştere a presiunii să se deschidă fără ca totuşi să aibă consecinţe asupra personalului ce s-ar afla în apropiere.

II. Concluzii şi măsuri de prevenire a exploziilor

Rezumînd învăţămintele cazurilor de mai sus, se poate trage concluzia că gazele pătrunse nearse în cazane pot deveni periculoase, în următoarele cazuri :

a) cînd gazele pătrunse prin armăturile de închidere neetanşe în perioadele de oprire mai largi sînt evacuate incomplet prin ventilare, fie din cauza insuficienţei acesteia, fie din cauza existenţei în cazan a unor zone moarte ;

b) cînd, deşi ventilarea este puternică şi eficace, totuşi *în scurtul interval de timp dintre încetarea ventilaţiei şi introducerea flacării de aprindere* se scurge o cantitate importantă de gaze prin vana unuia dintre arzătoare rămasă deschisă ;

c) cînd ventilarea şi aprinderea, deşi făcute corect, *totuşi, în timpul exploatării*, dintr-o cauză oarecare, presiunea gazelor scade sub valoarea de menţinere o flacării, crescînd din nou după cîteva minute.

Măsurile ce se iau pentru prevenirea exploziilor trebuie să prevină toate aceste forme de pătrundere, iar personalul de exploatare trebuie să fie perfect lămurit, nu numai asupra acestor forme de pătrundere, dar şi asupra tuturor defecţiunilor posibile ale organelor de siguranţă.

Fără pretenţia de a epuiza subiectul, se arată mai jos măsurile ce trebuie luate cum şi cîteva dintre defecţiunile posibile ale organelor de siguranţă.

A. Pentru obţinerea unei ventilaţii eficace

1. Aceasta se execută cu ambele ventilatoare, de aer şi de gaze arse, încărcîndu-se motoarele electrice pînă la valoarea nominală, tot timpul prescris de 10 min.

2. La cazanele la care traseul gazelor arse permite formarea de zone moarte (cum este cazul în special la cazanele secţionale), trebuie creată o posibilitate de evacuare, de exemplu deschiderea uşilor de vizitare, dacă acestea sînt lîngă plafon. O defecţiune posibilă la aceste operaţii este deschiderea insuficientă a diverselor clape de reglare sau de închidere, de pe traseul aerului şi al gazelor arse.

În eventualitatea unei ventilări ineficace, se pot cita următoarele măsuri complimentare de evitare a scăpărilor prin armături :

3. Întreţinerea în bună stare a armăturilor — vana principală şi vanele arzătoarelor — şi control periodic al acestora.

4. Armătura fiecărui arzător să fie compusă dintr-o vană de închidere şi o vană de reglare.

5. Toate armăturile de închidere şi de reglare să fie robuste şi sigure.

B. *Pentru prevenirea pătrunderii gazelor nearse în cazan, cu debit mare, în scurtul interval de timp dintre sfîrşitul ventilării şi aprindere.*

1. Controlul conştiincios al vanelor de închidere (şi al canalelor de reglare, dacă există), atît manual în ambele sensuri de învîrtire, cît şi prin observarea tijelor sau a indicatoarelor de poziţie.

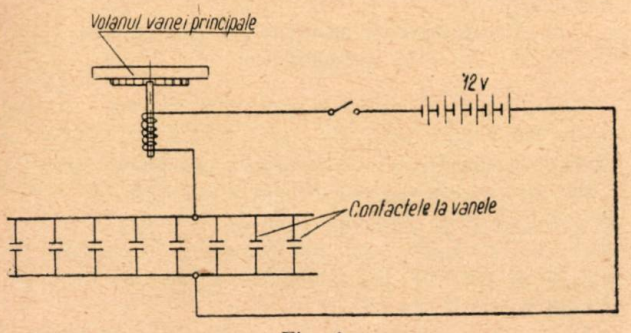


Fig. 1

2. Controlul suplimentar, prin observarea creşterii presiunii în colectorul dintre vana principală şi vanele arzătoarelor. Acest control este simplu, comod şi de totală siguranţă.

3. Ca măsură suplimentară pentru cazul unui control neconştiincios, se impune folosirea blocajului electric între vana principală şi cele ale arzătoarelor, conform schemei din fig. 1.

În cadrul acestor din urmă măsuri preventive, defecţiunile posibile sînt următoarele :

— *la punctul 2 :* se deschide prea mult vana principală, în care caz indicaţia manometrului este edificatoare numai dacă se compară cu un alt manometru aşezat în amonte de vana principală ; deci controlul este concludent numai dacă vana principală se deschide foarte puţin sau dacă se compară între ele cele două manometre ;

— *la punctul 3 :* un contact întrerupt la una dintre vane sau o întrerupere a circuitului electric deblochează vana principală, chiar dacă una sau mai multe vane de la arzătoare nu sînt închise ; pentru ca această măsură să fie eficace, trebuie ca instalaţia electrică a întregii scheme de blocaj să fie întreţinută conştiincios şi controlată periodic.

Pentru a se reduce cît mai mult posibil scăpările din această fază, se recomandă scurtarea la minimum, de exemplu 1 minut, a intervalului dintre ventilare şi aprindere, ceea ce comportă :

— pregătirea feştilei de aprindere în timpul ventilaţiei ;

— deschiderea vanei principale şi controlul etanşeităţii armăturilor cu ajutorul manometrului în timpul ultimelor minute de ventilare, astfel încît la terminarea ventilaţiei, controlul etanşării fiind terminat şi feştila pregătită, aceasta să poată fi introdusă imediat după ventilare.

C. *Pentru evitarea reaprinderii în timpul funcţionării după o scurtă întrerupere în vederea alimentării cu gaze.*

1. Instalarea unei supape automate de presiune minimă, reglată în aşa fel încît, la scăderea presiunii pînă la o valoare periculoasă pentru stingerea flăcării, să închidă sosirea gazelor.

Defecţiunea posibilă a acestui organ de protecţie poate să fie înţepenirea şi, deci, nefuncţionarea lui la scăderea presiunii.

Ca măsuri complimentare la această protecţie, se pot cita :

1. Evitarea scăderilor de presiune, prin întreţinerea şi supravegherea conştiincioasă a regulatoarelor din staţia de gaze.

2. Introducerea unei semnalizări acustice a scăderii presiunii gazelor, bazată pe un releu manometric.

3. Instalarea, la panoul fiecărui cazan, a unei flăcări de veghe, cu ajutorul căreia să se poată vedea imediat scăderea presiunii gazelor.

Sistematizate pe faze şi clasificate în ordinea eficienţei lor, măsurile de prevenire a exploziilor se prezintă astfel :

A. *Împotriva pătrunderilor din timpul opririi :*

1) ventilarea puternică, timp de 10 minute ;

2) crearea unei posibilităţi de evacuare din zonele moarte ;

3) controlul periodic, preventiv, al armăturilor de închidere.

B. *Împotriva pătrunderilor în intervalul dintre ventilare şi aprindere :*

1) instalarea unui manometru diferenţial de circa 300 mm Hg, racordat înainte şi după vana principală ;

2) controlul etanşării şi pregătirea feştilei înainte de sfîrşitul ventilării şi aprinderea imediat după ventilare ;

3) folosirea blocajului electric.

C. *Împotriva stingerii şi reaprinderii în timpul funcţionării :*

1) instalarea unei supape automate de presiune minimă, robustă şi sigură ;

2) introducerea unei semnalizări acustice, pentru scăderea presiunii gazelor ;

3) instalarea unei flacări de veghe la panoul de comandă.

Afară de aceste măsuri de prevenire a exploziilor, este necesar ca, pentru limitarea efectelor exploziilor, ce ar putea să aibă totuşi loc din cauza unei defecţiuni a organelor de siguranţă să se monteze în partea superioară a cazanului clape de siguranţă, de secţiune suficientă, sau să se prevadă anumite panouri cu rezistenţa mică la deschidere.

Instruirea personalului de exploatare trebuie făcută insistîndu-se asupra faptului că un sistem complet de protecţie şi semnalizare nu apără cazanul în mod absolut împotriva exploziilor şi că, este necesar, ca personalul să îndeplinească următoarele condiţii :

— să cunoască perfect toate formele sub care gazele pot scăpa nearse în interiorul cazanului ;

— să cunoască exact modul de lucru al organelor de protecţie şi semnalizare şi, mai ales, defecţiunile posibile şi

— să respecte, în mod scrupulos, indicaţiile referitoare la controlul şi la ordinea operaţiilor dinainte de aprindere.

662.642 :662.7

Incercări de deshidratare a cărbunilor bruni lemnoşi după procedeul Zacsko

EUFIMIA OLTEANU, N. M. IONESCU şi I. SCUTARU*)

Se expun experimentările de deshidratare după procedeul Zacsko a lignitului de Derna făcute în cadrul ICEMIN.

Se precizează modul cum trebuie condus procesul de deshidratare şi se examinează aspectul economic şi posibilităţile de aplicare.

Cercetările întreprinse la Institutul de Cercetări Cărbune în cursul anilor 1953—1954 pentru deshidratarea cărbunilor bruni lemnoşi din ţara noastră au avut scopul de a ameliora, printr-o metodă propusă şi experimentată de cercetătorii maghiari în R.P.U.(metoda Zacsko), caracteristicile negative ale ligniţilor noştri, adică să se scadă pe cît posibil conţinutul lor de apă şi să se înlăture fenomenul de mărunţire atunci cînd sînt stocaţi.

Cercetările au fost justificate de avantajele acestei noi metode şi de faptul că trebuia să se ţină seama de dezvoltarea considerabilă a exploatărilor noastre de lignit, care impune găsirea posibilităţilor de valorificare cît mai economică a acestor cărbuni, utilizarea mărunţilor de lignit şi a posibilităţilor de depozitare cît mai economică a lor.

Dacă stocarea depăşeşte şase luni, lignitul 0—700 mm se mărunţeşte în totalitatea lui sub 30 mm, cu un mare conţinut de granulaţie măruntă, sub 5 mm. Prin aceasta scade valoarea comercială a lui, în acelaşi timp depozitul suferind pierderi din cauza antrenării cărbunilor de vînt, averse, împrăştieri şi intrări în sol. În afară de aceasta, ligniţii din stoc sînt expuşi fenomenului de autooxidare, care duce la diferite degradări şi la fenomenul de autoaprindere.

Cercetările au fost îndreptate deci pentru a stabili condiţiile de stocare care pot conserva lignitul fără pierderi mari, fără degradări şi chiar condiţii care-l pot ameliora (s-a căutat să se aplice metoda Zacsko).

Metoda aceasta utilizează căldura degajată în timpul autooxidării ligniţilor în stoc. Deci, în loc să se lase cărbunii să se oxideze şi să-şi ridice temperatura pînă la autoaprindere, procesul de oxidare poate fi astfel condus, acoperind stivele cu un strat protector de bitum şi cărbune, încît la un moment dat, cînd temperatura medie din stivă atinge temperaturi în jurul a 80°C, se practică în stivă găuri de evacuare pentru degajarea aburilor formaţi.

Stratul protector trebuie să urmărească în mod elastic micşorarea de volum a stivei datorită modificării de volum a particulelor care, pierzîndu-şi apa, îşi modifică starea lor coloidală şi se contractă.

Datorită acestei modificări structurale interne, cărbunele deshidratat şi pe această cale oarecum naturală îşi modifică proprietăţile fizice şi chimice: devine mai dur, adică trece într-o stare de rigidizare (întărire) a pereţilor micelelor ce-l compun.

Datorită acestor modificări lignitul se poate considera că este un lignit ameliorat, de tipul ligniţilor deshidrataţi prin procedeul Fleissner, putîndu-se scădea conţinutul de apă pînă la 5%.

Din calculele economice date de literatură, rezultă că astfel se poate obţine un lignit ameliorat care să coste mai puţin decît acela obţinut prin procedee de tip Fleissner.

Pentru a se putea trece şi la noi în ţară la ameliorarea ligniţilor după metoda Zacsko, s-au făcut o serie de cercetări asupra lignitului de la Borumlaca (Derna), aceste cercetări avînd scopul să urmărească diferiţii parametri care condiţionează reuşita acestei metode, adică să stabilească:

— condiţiile ce trebuie să fie îndeplinite la amenajarea terenului pe care se ridică stivele (se face stocarea);

—dimensiunile stivei şi modul cum trebuie clădită;

— executarea stratului protector;

— controlul temperaturilor de autoîncălzire;

— stabilirea modului cum se face evacuarea aburului şi timpul cînd începe degajarea lui;

— asigurarea condiţiilor necesare pentru desfacerea stivelor, răcirea cărbunilor şi transportul lor de pe terenul de depozitare;

— stabilirea utilajelor necesare pentru mecanizarea depozitelor;

— urmărirea din punct de vedere fizic şi chimic a proprietăţilor ligniţilor depozitaţi şi deshidrataţi pe cale naturală.

Incercări efectuate

1. *Amenajarea terenului.* Încercările s-au efectuat la Derna, pe un teren argilos de circa 1000 m². Terenul a fost nivelat şi tasat; s-a săpat un şanţ în jurul terenului, care să dreneze apele ce se scurgeau de pe coasta dealului, evitîndu-se astfel inundarea stivelor.

2. *Izolarea terenului.* Pentru a urmări influenţa exercitată de sol asupra cărbunilor

*) Ing. *E. Olteanu* este şef serviciu tehnic, ing. *N. M. Ionescu* şef laborator analize cărbuni şi ing. *I. Scutaru* cercetător la I.C.E.M.I.N.

stivuiți, trei din cele șase stive au fost ridicate pe teren izolat (*I*, *III* și *VI*).

La stivele *I* și *III* izolarea s-a făcut cu bitum de Derna, punct de înmuiere 42°C, bitumul topit fiind turnat într-un strat gros de circa 5 mm — consumul de bitum a fost de 6 kg/m². La stiva nr. VI izolarea s-a făcut prin suprapunerea a două straturi mixte, compuse fiecare din smoală de petrol (punct de înmuiere 90°C) și mărunți de lignit (0—10 mm). Consumul de smoală de petrol a revenit în acest caz la 14 kg/m².

3. *Mărimea și numărul stivelor.* S-au ridicat șase stive, înalte de cîte 2 m, de circa 100 t fiecare, cu un taluz de 30°. Stivele nu au fost tasate.

4. *Cărbunii depozitați.* S-au depozitat cărbuni din producția curentă a minei Borumlaca (0—700 mm). S-au prelevat probe medii și analizele tehnice sînt redate în tabela 1, iar analizele granulometrice în tabela 2.

Tabela 1

Analiza tehnică a cărbunelui brun lemnos de Borumlaca, la introducerea în stivă

Stiva	W_i %	W_h^l %	W_t^l %	V^{mc} %	S_c^{mc} %
I	20	10,88	30,88	68,36	5,70
II	19	9,26	28,26	69,00	8,70
III	22	10,43	32,43	60,70	7,87
IV	18	11,72	29,78	60,80	7,82
V colț și centru	17	13,87	30,87	64,00	6,20
VI	21	9,98	30,98	59,10	5,43

5. *Introducerea burlanelor.* Pentru evacuarea aburilor formați s-au prevăzut burlane din tablă de 0,5 mm, cu diametrul 12 cm, introduse în stive în locurile rezervate, pe măsura ridicării stivelor.

Tabela 2

Analiza granulometrică a cărbunilor introduși în stive

Granulația	Stiva					
	I	II	III	IV	V	VI
0—30 mm	41,5	37,6	25,9	32,3	25,4	41,3
30—700 mm	58,5	62,4	74,1	67,7	74,6	58,7

6. *Acoperirea stivelor.* Prin izolarea stivelor cu un strat protector, format din bitum și praf de cărbune sau de cocs, se caută să se împiedice pătrunderea aerului și a precipitațiunilor atmosferice și să se păstreze în interiorul stivei aburii formați prin evaporarea apei din cărbuni, pînă la atingerea unei presiuni suficiente, care să asigure o degajare abundentă și rapidă de aburi.

Pentru ca stratul protector să fie mai neted, spațiile dintre bulgării de la suprafață au fost umplute cu mărunți de lignit (0—10 mm). Apoi s-a turnat bitumul (de 90°C punct de înmuiere), avîndu-se grijă ca să nu se formeze prin răcire fisuri; cînd bitumul era încă cald s-au presărat mărunți de lignit, apoi s-a turnat iar bitum.

Aceste straturi protectoare au fost de 1—3 cm grosime și au fost întreținute tot timpul ca să nu se formeze fisuri. Stratul protector la temperatura obișnuită a avut o rezistență satisfăcătoare, însă în timpul căldurilor de vară s-a subțiat în unele locuri (bitumul de Derna) chiar pe suprafețele orizontale, formînd găuri; cel cu smoală de petrol s-a comportat mai bine.

7. *Urmărirea variațiilor de temperatură.* S-au urmărit tot timpul temperaturile din stive și din mediul exterior. S-au folosit ca termosonde burlanele introduse, luîndu-se zilnic temperaturile cu termometre gradate de la —40°C la +100°C.

Dăm ca exemplu diagrama (fig. 1), care indică variația acestor temperaturi pentru stiva

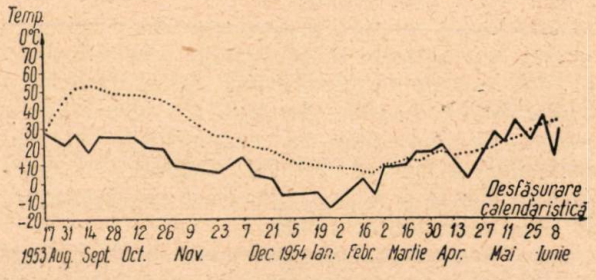


Fig. 1. Diagrama variației temperaturii în stiva nr. I.
——— temperatura ambiantă; ..... temperatura în stivă.

nr. I; pentru celelalte stive s-au obținut diagrame asemănătoare.

8. *Evacuarea aburului.* Lipsa de indicații precise în ceea ce privește timpul potrivit pentru evacuarea aburului și a felului cum trebuie executate orificiile de evacuare a făcut ca să se întîrzie operația de a se da drumul la aburii formați în stivă.

Tabela 3

Analiza granulometrică a cărbunilor scoși din stive

Granulația	Stiva					
	I	II	III	IV	V	VI
0—30 mm	58,9	48,9	52,4	58,0	41,4	53,0
30—700 mm	41,1	51,1	47,6	42,0	58,6	47,0

Literatura indică să se facă găurile de evacuare imediat ce în stivă temperatura medie se apropie de 80°C.

Pentru stivele ridicate la Derna, temperatura medie nu s-a apropiat de 80°C; în stive au fost unele părți încălzite pînă la 70° C după circa 2 luni de la ridicarea stivei; s-a așteptat însă urcarea temperaturii pînă la 80°C; între timp temperaturile au scăzut datorită faptului că temperatura mediului exterior a scăzut, apropiindu-se timpul de iarnă și din

această cauză s-a pierdut momentul potrivit pentru a se da drumul aburilor.

La desfacerea stivelor, s-a văzut că aburii s-au condensat în partea superioară a stivelor, aşa că atunci cînd s-au desfăcut gurile de evacuare, aburii nu s-au mai degajat.

Pe baza unor documentaţii suplimentare, s-a văzut că nu întotdeauna trebuie aşteptată temperatura de 80°C şi că momentul potrivit pentru evacuarea aburilor poate fi chiar după trei săptămîni de la acoperirea stivei, timp în care se precizează şi maximum de temperatură la care poate ajunge stiva respectivă.

Întrucît între timp s-a mai constatat că burlanele făceau ca aburul ce se ridica în ele să condenseze, diametrul lor fiind prea mare, lucrînd ca nişte răcitoare, s-au forat alte găuri cu diametrul de 30 mm, pînă la 1 m adîncime. Orificiile de evacuare au fost protejate prin ridicarea marginilor şi acoperirea lor cu un sistem de apărare contra precipitaţiilor atmosferice.

Prin aceste orificii s-au degajat ceva aburi, însă după un timp de circa 2 săptămîni a scăzut intensitatea degajării lor. Atunci s-au închis pentru a vedea dacă după un timp oarecare fenomenul nu se repetă. La redeschiderea lor, degajarea nu a fost decît foarte slabă. La una din stive (nr. *V*) s-a încercat o activare a oxidării, provocîndu-se aerisirea stivei prin forarea unor găuri de aeraj, în taluz, paralel cu solul. Nici aceste măsuri n-au dat rezultate.

Desfacerea stivelor. După ce s-a încercat evacuarea aburilor şi după ce în total, de la ridicarea stivelor, au trecut 10—11 luni, s-a procedat la desfacerea lor. S-a înlăturat stratul protector şi s-a constatat că la suprafaţa superioară şi a taluzurilor s-a format un strat umed de cărbune, cu picături vizibile, cărbunele fiind sfărîmicios şi de o culoare ruginie. Deci în partea superioară a stivelor s-a format aşa-numitul „strat de condensare" de circa 50—70 cm grosime.

Grosimea acestui strat s-a constatat că este independentă de mărimea stivei. S-a îndepărtat stratul de condensare şi s-au luat probe medii, sfertuind circa 20 tone din fiecare stivă.

Tabela 4

Analiza tehnică a cărbunilor după ce au fost scoşi din stivă

Stiva	W_i	W_h^l	W_t^l	V^{mc}	S_c^{mc}	Scăderea umidităţii %.
I	20,9	10,0	30,9	65,8	5,40	—
II	17,6	8,6	26,2	73,0	8,22	7
III	12,0	9,5	21,5	63,2	5,45	34,5
IV	12,7	11,9	24,5	69,2	5,72	16,8
V	7,5	10,8	18,3	70,0	6,12	40,5
VI	10,5	9,36	19,9	62,3	5,25	35,5

Din comparaţia analizelor efectuate pentru probele luate în timpul clădirii stivelor şi pentru probele luate după stivuire (tabela 4), cărbunii au suferit următoarele modificări:

a) cantitatea de mărunt 0—30 mm în sortul 0—700 mm a crescut de la 25—41% la 41—60%;

b) umiditatea a scăzut cu circa 7% (de la 28,26% la 26,5% la stiva nr.*II*), pînă la 40% (de la 31% la 18% la stiva nr. *V* centru);

c) materiile volatile raportate la masa combustibilă au crescut cu 3—9%;

d) conţinutul de sulf a scăzut, determinările dînd numai indicaţii de ordin orientativ;

e) asupra variaţiilor de putere calorifică, nu s-au putut obţine indicaţii riguroase;

f) prin faptul că temperaturile în stive nu au depăşit 70° se poate aprecia că n-a fost pericol de autoaprindere;

g) după stocarea din stive, cărbunii expuşi la aer s-au exfoliat ca şi cei proaspeţi scoşi din mină, deci n-au suferit o modificare structurală asemănătoare celor obţinuţi prin deshidratare în autoclave Fleissner;

h) în timpul iernii, cu toate că temperatura stivelor a urmărit scăderile de temperatură din exterior, totuşi nu s-au atins temperaturi sub 0°C, deci cărbunele din stive n-a îngheţat.

Concluzii şi critica lucrărilor efectuate

— Din lucrările efectuate nu s-au putut obţine ligniţi ameliorati prin deshidratare naturală.

—Dirijarea fenomenului de deshidratare naturală n-a putut fi obţinută în acest interval de cercetare, căci, contrar indicaţiilor date de cercetătorii maghiari pentru cărbunii lor, cărbunii de Borumlaca depozitaţi n-au suferit o autoîncălzire independentă de condiţiile atmosferice şi aceasta poate fi în legătură fie cu natura cărbunilor, fie cu condiţiile în care s-a condus procesul. Asupra naturii cărbunilor neputîndu-se influenţa, rămîne să se examineze condiţiile în care au fost ridicate stivele.

Astfel:

Izolarea terenului. Din compararea rezultatelor obţinute la cele trei stive ridicate pe teren izolat cu acelea ale stivelor pe teren neizolat, nu s-a observat vreo deosebire esenţială.

Totuşi nu se poate trage concluzia că izolarea n-are importanţă, întrucît fenomenul de deshidratare neavînd loc, nici nu puteau fi deosebiri.

Forma şi mărimea stivelor. Stivele au avut toate înălţimea în jurul a doi metri. S-a dovedit însă în timpul păstrării stivelor că creşterea de temperatură nu-i suficientă. În cazul cînd stivele ar fi fost mai înalte, autoîncălzirea ar fi fost mai înaintată, deci şi presiunea aburilor din interiorul stivelor mai mare, iar pierderile de căldură prin radiaţii mai mici. Deci ar fi trebuit clădite stive mai înalte. De asemenea, este recomandabil să se facă stive mai înalte, căci proporţia în care intervine stratul de condensare este mai mică, aceasta

întrucît nu se poate pune problema renunțării la cărbunele din acest strat.

Stratul protector. S-a dovedit că acoperirea cu stratul protector, format cu smoală de petrol, de grosimea de 3—4 cm, este cea mai indicată.

Evacuarea aburului. Prin faptul că burlanele introduse în stive au avut diametre prea mari (120 mm) și n-au fost perforate în lungul lor, ele au lucrat ca niște găuri de răcire; ar fi trebuit să fie cu diametrul de 20—30 mm, să fie perforate și introduse mai puțin adînc, ținîndu-se seama de grosimea stratului de condensare.

Conducerea fenomenului de autooxidare. Întrucît s-a dovedit că temperatura în stivele izolate a urcat destul de greu și a urmărit tot timpul variațiile de temperatură ale mediului exterior, ar fi trebuit, pentru ligniții noștri, ca stivele să fie lăsate un timp neacoperite, să-și înceapă o autoîncălzire mai accentuată și apoi să fie acoperite.

Posibilitățile de aplicare a metodei Zacsko. Din relatările date de către cercetătorii maghiari, reiese că prețul lignitului deshidratat pe cale naturală este mai scăzut cu 30% decît acela al lignitului fleissnerizat. Din încercările făcute de ICEMIN în cursul anilor 1954—1955 la termocentrala Doicești, cu stivele acoperite pentru a feri cărbunii de autoaprindere și de îngheț, a rezultat că cheltuielile de manipulare în depozitul de stive și de acoperire cu un strat protector, pentru stive înalte de 6 m, sînt de ordinul a 0,9 lei/tonă.

Dacă se socotesc însă și cheltuielile de investiții (amenajarea terenului, utilajele necesare mecanizării depozitării, adică benzi de transport, mecanizarea stropirii cu smoală, instalația de clasare a lignitului deshidratat etc.) și o amortizare în timp de 10 ani, pentru o producție zilnică de 600 t, valoarea acestor cheltuieli revine la 1 leu/tonă.

Dacă se socotește încă 1,30 lei/t pentru manipularea cărbunilor ameliorați, totalul cheltuielilor de deshidratare pentru o tonă ar reveni la circa 3,30 lei, față de 18,72 lei cît este pentru o tonă de lignit fleissnerizat. Considerînd acest preț de cost apare că este mai avantajoasă deshidratarea pe cale naturală.

O dificultate serioa ă însă în calea dezvoltării în proporții mari a acestei metode este faptul că necesită suprafețe întinse de depozitare.

Astfel, presupunînd că trebuie stocate 15 000 t cărbune și că stivele pot fi ridicate cu 4 m înălțime, pentru stocarea de cărbuni 0—700mm fără presare, avem nevoie de o suprafață de depozitare de circa 4500 m² (s-a socotit pentru o tonă 0,3 m²). În consecință dacă după două luni de la depozitare (în cazul cel mai bun) se poate considera deshidratarea terminată, se poate începe scoaterea cărbunilor din stive, dîndu-se o producție zilnică de circa 250 t. Pentru asigurarea continuității producției este nevoie de alt lot de stive care a stat 2 luni atunci cînd se sfîrșește desfacerea primului lot de stive, deci este nevoie în total de circa 10 000 m² (ținîndu-se seama și de suprafața necesară pentru manipularea cărbunilor). Această suprafață nu este prea mare pentru o întreprindere cu o producție de 250 t/zi. Dacă se caută să se extindă metoda la întreprinderi cu producție mare, atunci desigur că va fi un inconvenient depozitarea pe suprafețe mai întinse.

Considerînd încercările de la Derna, se constată că nu s-au obținut rezultatele urmărite, totuși aceste încercări pot constitui o primă etapă de orientare în experimentarea metodei Zacsko pentru ligniții noștri, metodă care ar mai trebui experimentată, dat fiind avantajul său economic.

O primă aplicare a rezultatelor obținute în încercările de la Derna a fost făcută de Institutul de Cercetări Carbonifere, în cursul anului 1955, la depozitarea ligniților la termocentrala de la Doicești pentru a proteja acești cărbuni împotriva autoaprinderii și înghețului, obținîndu-se rezultate pozitive.

De asemenea din încercările de la Derna, se poate întrevedea posibilitatea de a se aplica această metodă pentru o uscare și deshidratare prealabilă a mărunților de lignit destinați fabricilor de brichete. În acest caz cheltuielile de investiții nu mai sînt atît de mari, întrucît fabrica de brichete își are depozitul respectiv mecanizat și metoda poate fi aplicată mai economic.

Bibliografie

[1] Zacikov A. și Sigmund B.: *Deshidratarea ligniților prin autoîncălzire*, Magyar Energia gaz. nr. 11 (1952), pag. 323, Budapesta.

628.971.6 : 621.32 (009)

„Cu 75 ani în urmă, pentru prima dată iluminat public electric în ţară"

(Împlinirea a 75 de ani de funcţionare a centralei electrice din oraşul Timişoara)

A. *BACIU* *) — Timişoara

Se descriu instalaţiile electrice de iluminat public apărute în anul 1884 în oraşul Timişoara. Se arată situaţia pe plan mondial a iluminatului public electric în jurul acestui an.

Se împlinesc în acest an trei sferturi de veac de cînd pentru prima dată în ţară s-a pus în funcţiune o centrală electrică de utilitate publică şi s-au iluminat electric străzile unui oraş.

Întrucît evenimentul prezintă o importanţă destul de mare sub aspect istoric, în cele ce urmează se încearcă a se arăta în ce condiţii au apărut aceste instalaţii electrice, descrierea lor şi care era situaţia pe plan mondial la acea dată sub aspectul iluminatului public.

I. Condiţii în care au apărut centrala electrică şi iluminatul public electric în oraşul Timişoara

Înainte de a fi iluminate electric, străzile oraşului Timişoara au fost iluminate cu gaz şi înainte de aceasta cu lămpi de petrol.

Datele existente de care dispunem arată că înainte de a se introduce iluminatul public cu gaz, străzile oraşului erau iluminate cu 274 bucăţi de petrol mari şi 70 bucăţi lămpi de petrol mici [1].

Tatonările pentru înfiinţarea unei uzine de gaz au început la 19 octombrie 1852, cînd Iosif Swoboda, reprezentant al firmei „Schweizer şi Swoboda", a venit cu propunerea să ilumineze cu gaz cetatea, cerînd pentru o lampă de noapte 63 florini, iar pentru una de jumătate de noapte 33 florini, cu dreptul oraşului de a răscumpăra uzina după 20 de ani [2].

La 25 noiembrie 1852 s-a ajuns la un preliminar de contract cu firma de mai sus, care a fost preluată în urmă de „Societatea austriacă pentru iluminatul cu gaz". Acest contract s-a formulat astfel ca să intre în vigoare la 1 noiembrie 1833, iar uzina de gaz să fie dată în exploatare la 1 noiembrie 1855. Contractul trebuia să aibă aprobarea guvernatorului civil şi militar de atunci, maiorul Schmittburg, care îl aprobă abia în 15 iulie 1854.

În cursul lucrărilor de depunere a conductelor s-au făcut obiecţiuni, care priveau fortificarea, din partea comandantului fortăreţei, care au avut drept urmare amînarea şi întreruperea lucrărilor în aşa fel încît punerea în funcţiune a uzinei de gaz s-a amînat cu doi ani, şi anume pînă la 1 noiembrie 1857.

Prin acest amestec nepotrivit al autorităţilor militare s-au pierdut doi ani întregi şi astfel au putut fi puse cu 10 luni înaintea uzinei de gaz din Timişoara uzina de gaz din Budapesta şi din Bratislava.

În jurul anului 1860 numărul de lămpi cu gaz care foloseau la iluminatul public era de 188 funcţionînd toată noaptea şi de 234 bucăţi funcţionînd jumătate de noapte.

Începînd cu data de 15 decembrie 1882 se recunoaşte dreptul uzinei din Timişoara de a furniza gaz şi la particulari, iar pentru iluminatul străzilor numai pînă la punerea în funcţiune a uzinei electrice, adică aşa cum se prevedea atunci pînă la 1 septembrie 1884.

Se dovedeşte astfel că în domeniul iluminatului public oraşul Timişoara a avut un rol de pionier, fiind primul oraş din lume care a renunţat la folosirea gazului aerian şi a introdus iluminat exclusiv electric [3].

Întrucît „Societatea austriacă pentru iluminat cu gaz" nu satisfăcea pretenţiile îndreptăţite ale publicului, oraşul hotărăşte în anul 1882 să rezilieze contractul cu aceştia. În aceste împrejurări reprezentantul întreprinderii vieneze „Anglo-Austrian Brush Electrical Company", afiliată a întreprinderii „International Electric Company" din Londra, C. Kierskovsky Stuart, prezintă oraşului oferta de a ilumina străzile cu electricitate şi a înlocui lămpile cu gaz şi cu petrol prin 300 lămpi electrice cu incandescenţă de cîte 16 lumînări normale engleze de spermanţet, „din care şase bucăţi cîntăresc 1/2 kg", arzînd toată noaptea, 200 lămpi arzînd jumătate de noapte şi 16 lămpi cu arc [4].

Contractul iniţial a fost întregit în ceea ce priveşte durata concesiunii şi modificat prin suplimentele din 13 iunie 1883 şi 7 decembrie 1884, astfel că numărul lămpilor incandescente s-a ridicat la 731 care pînă la ora 23,30 trebuiau să ardă cu o intensitate de 16 lumînări, iar după aceea cu 8 lumînări.

*) Ing. *A. Baciu* este inginer şef la Intreprinderea de Electricitate Timişoara.

Lucrările de construcție a centralei electrice și de instalare a conductelor au fost executate sub conducerea lui Karl Schlenk din Viena, Geo H. Cottam din Londra și Ignatz Leypritz din Timișoara.

În ziua de 12 noiembrie 1884 a fost pusă în funcțiune uzina electrică și s-a aprins pentru prima dată iluminatul public electric în orașul Timișoara. După o funcționare de probă de 15 zile (15 noiembrie — 30 noiembrie 1884) în baza expertizei făcute de ing. Iosif Kareis din Viena și prof. Stoczek din Budapesta, instalațiile au fost declarate absolut corespunzătoare și au intrat în funcționare normală.

II. Descrierea instalațiilor din anul 1884

La punerea ei în funcțiune centrala electrică deservea numai iluminatul public. În centrală existau patru bucăți dinamuri de curent continuu seria fabricație Brush tip L8, fiecare putînd produce 10 A la o tensiune de 2 000 pînă la o tensiune de 3 000 V [5]. Dintre acestea în mod obișnuit erau în funcțiune două bucăți, iar două erau în rezervă [5]. Reglarea tensiunii se făcea cu rezistențe care se încălzeau cîteodată în așa măsură încît sala de mașini dădea impresia unei instalații de încălzire.

Fiecare din aceste mașini alimenta cîte un circuit în serie, separat. Circuitele erau compuse din lămpi cu incandescență așezate cîte 23 grupuri în serie într-un circuit, fiecare grup fiind compus din opt lămpi montate în paralel.

Lămpile erau de tipul Lane-Fox și erau construite pentru 55 V, la borne și o rezistență în stare incandescentă de 40 Ω. Executînd deci grupe de cîte opt lămpi în paralel, se obține o rezistență de 5 Ω. Fiecare circuit avea circa 23 asemenea grupuri, condiție căreia îi corespunde un dinam Brush de 700 t/m [6].

Primul an de exploatare a arătat că lămpile Lane Fox erau corespunzătoare nu numai sub aspectul consumului specific, ci și al duratei de ardere.

Sub aspectul duratei de ardere în perioada 14 noiembrie 1884—16 iulie 1885 s-au defectat prin arderea filamentului de cărbune un număr de 18 lămpi. Dintre acestea numai două bucăți s-au defectat la o durată sub 600 ore, atît cît erau prevederile din acel timp.

Încercările făcute de Institutul Franklin din Philadelphia [7] au dat următoarele rezultate :

a) din 20 lămpi Weston au depășit durata de 600 ore opt bucăți ;

b) din 20 lămpi Stanley au depășit durata de 600 ore patru bucăți ;

c) din zece lămpi Woodhouse u. Rawson a depășit durata de 600 ore o lampă ;

d) din 20 lămpi Edison au depășit durata de 600 ore 19 bucăți.

Sub aspectul consumului specific, conform verificărilor executate de comisia științifică de la expoziția din Viena [7] s-a ajuns la următoarele rezultate :

a) 1 luminare normală a lămpii Siemens necesită 4,5 W
b) 1 luminare normală a lămpii Cruto necesită 4,3 W
c) 1 luminare normală a lămpii Müller necesită 4,1 W
d) 1 luminare normală a lămpii Swan necesită 3,5 W
e) 1 luminare normală a lămpii Gaterhouse necesită 3,4 W
f) 1 luminare normală a lămpii Lane Fox necesită 3,2W.

De asemenea încercările efectuate la cererea Institutului Franklin din Philadelphia [7] au dat următoarele rezultate :

a) 1 luminare normală a lămpii Edison necesită 4,4W
b) 1 luminare normală a lămpii Stanley necesită 4W
c) 1 luminare normală a lămpii Woodhouse și Rawson necesită 3,8 W
d) 1 luminare normală a lămpii Weston necesită 3,6 W

Din comparația duratei de ardere și a consumurilor specifice rezultă clar justețea lămpilor alese în acele timpuri pentru iluminatul public al orașului Timișoara.

Suporții corpurilor de iluminat public erau de două feluri : stîlpi din lemn, nu întotdeauna drepți, sau brațe cu secțiune dreptunghiulară cu latura mare de 6 cm și lungime de 0,3—0,4 m [6].

Corpul de iluminat (fig. 1) cuprindea două lămpi gemene L_1 și L_2 dintre care L_1 era de rezervă și nu se aprindea decît în cazul cînd L_2 era ars. Punerea în funcțiune a lămpii de rezervă se făcea cu ajutorul unui sistem de comutare compus dintr-un miez de fier moale E (fig. 2), cu două înfășurări. Una cu conductor subțire legată direct la sursă are tendința de a atrage pîrghia H (fig. 3) care astfel închide contactul cu mercur N, a doua cu conductor gros era legată în serie cu lampa L_2 și influențează în sens opus față de prima înfășurare asupra mersului H și astfel menține contactul cu mercur N deschis, contact care la închidere pune în circuit lampa L_1.

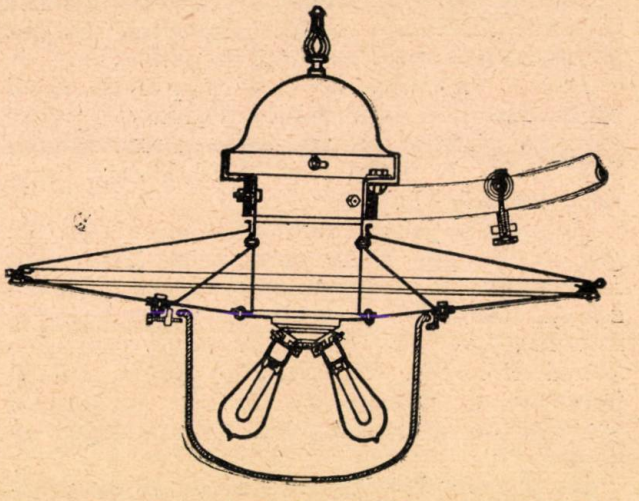


Fig. 1. Primul corp de iluminat electric montat pe străzile orașului Timișoara.

Dispozitivul se putea regla din contragreutatea *G*.

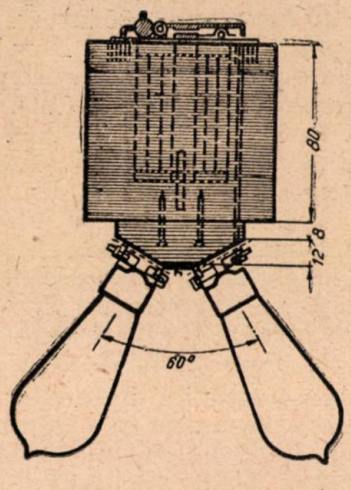


Fig. 2. Comutator automat al lămpilor.

Este de remarcat sensibilitatea extremă cu care erau reglate dispozitivele descrise mai sus. Ele intrau în funcțiune și ambele lămpi ardeau la simpla trecere a unei trăsuri pe sub corpul de iluminat [6].

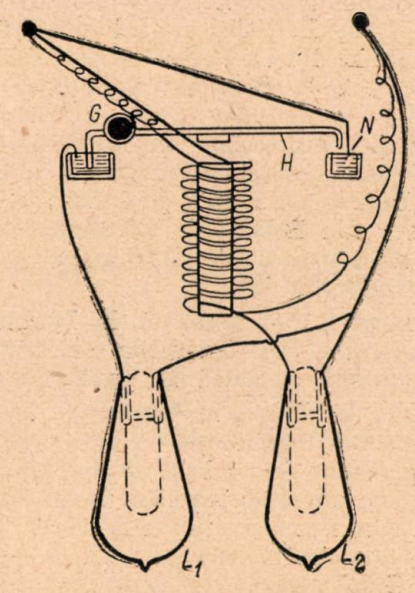


Fig. 3. Schema de principiu a comutatorului de lămpi.

În fig. 4 se arată schema de principiu a comutatorului de grupă, care acționează prin intercalarea rezistenței *R* în circuit în cazul stingerii unei grupe de opt lămpi (cercurile din figură reprezintă o grupă serie cîte opt lămpi în paralel).

În ceea ce privește duliile, ele erau din lemn sau din porțelan.

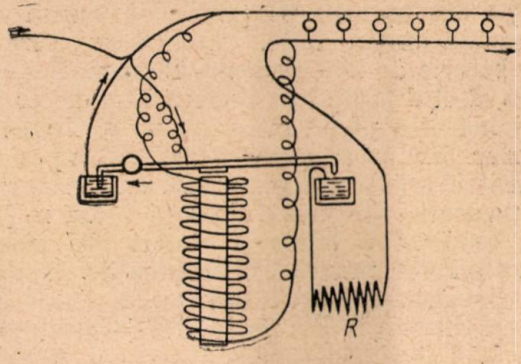


Fig. 4. Schema de principiu a unui comutator pentru grupuri de lămpi.

III. Situația mondială a iluminatului public electric înainte și în jurul anului 1884

De o importanță deosebită pentru introducerea și dezvoltarea iluminatului public electric a fost evoluția lămpilor propriu-zise.

În anul 1801 I. W. Ritter și H. Davy fac încercări de producere a arcului electric între cărbuni și între mercur și sîrmă de fier [8], iar în anul 1802 savantul rus V. V. Petrov reușește să producă pentru prima dată arcul electric [9].

Prima utilizare a arcului electric în scopuri de iluminat au dat-o Foucault și Bunzen în anul 1842 [8].

În anul 1854 H. Goebel încearcă pentru prima dată lampa cu incandescență cu fir de cărbune din trestie de bambus în tub cu vacuum alimentat cu baterii galvanice [8].

În anul 1873 A. N. Lodighin a făcut o primă demonstrație publică cu lămpile cu incandescență cu filament de cărbune confecționate de el [10]. După trei ani lămpile cu incandescență ale lui Lodighin puteau fi considerate construcții reușite din punct de vedere tehnic și economic.

În anul 1876 P. N. Iablocicov a obținut brevet pentru lumînarea sa electrică. Pînă la invenția lui Iablocicov, pentru iluminatul electric se utilizau lămpile cu arc, care aveau o reglare foarte nesatisfăcătoare în timpul arderii cărbunilor. Așezarea cărbunilor paralel unul cu altul în lumînarea lui Iablocicov și funcționarea acesteia cu curent alternativ au asigurat o ardere uniformă a cărbunilor nemaifiind necesare regulatoare speciale [10]. După introducerea acestor lumînări la Paris, Londra și Berlin, ele s-au răspîndit în toată lumea.

Abia în anul 1879 T. A. Edison își pune la punct lampa sa cu filament de cărbune din bambus [11].

Aceasta fiind pe scurt dezvoltarea lămpilor de iluminat electric, se arată în continuare cînd a apărut iluminatul public electric în diferite țări.

Prima încercare de iluminat public electric s-a efectuat în Franța, la Paris în 1874, cu o lampă cu arc montată în „Place de la Concorde". Lampa era așezată pe genunchii statuii care reprezenta orașul Lille. Curentul era furnizat de o baterie de 200 elemente Bunzen. Pentru a vedea efectul lămpii se stinseră lămpile cu gaz din jumătatea pieței între statuie și Tuilleries. Un ziar din acea vreme arăta că experiența a durat o oră și s-a putut citi cu ușurință la lumina acestei lămpi la o distanță de 150 m [12].

În anul 1849 curentul electric își găsește prima aplicare practică în scopuri de iluminat, prin iluminarea scenei operei din Paris [8].

În continuare, în Franța, în 1877 [8] și februarie 1878 [12] și-a găsit aplicare iluminatul public electric prin montarea a 62 lumînări Iablocicov la Paris în piața operei.

Tot la Paris în anul 1881 în Piața Caroussel s-au făcut încercări cu lămpi cu arc cu regulator, iar în 1884 s-a iluminat cu lămpi cu arc parcul Buttes Chaumont [12].

În Rusia, primele încercări de iluminare a străzilor s-au făcut în anul 1849, cu ajutorul arcului electric [13]. În anul 1873 A. N. Lodighin a făcut o demonstrație cu lămpile cu incandescență cu filament de cărbune confecționate de el, instalînd două asemenea lămpi pe str. Odessa din Petersburg, și o demonstrație în legătură cu iluminatul electric tot prin lămpi incandescente în clădirea Institutului Tehnologic din Petersburg [10] și [13].

Primele centrale de uz obștesc din Rusia au apărut la Petersburg în 1883. Una din ele a fost instalată pe un șlep de lemn ancorat la țărmul Moica, iar a doua era instalată în piața Casanscaia într-o clădire de lemn cu două etaje. Aceste centrale furnizau energia necesară iluminării bulevardului Nevschi prospect de la podul Anicicov pînă în str. Bolșaia Morscaia [10] și [13]. Prima centrală de uz obștesc din Moscova a intrat în funcțiune în anul 1888 [10] și [13], iar în anul 1891 portul Odessa era iluminat electric prin 64 lămpi cu arc [14].

În Anglia, în anul 1856, cu ocazia unei festivități s-a încercat iluminatul exterior electric în orașul South Fordeland, prin lămpi cu arc [8]. La Londra chiar înainte de 1878 se adoptase iluminatul electric cu lumînări Iablocicov și cu sistem Brush pentru marile piețe și pentru cheiul Tamisei. Cele dintîi localități din Anglia care au avut o piață iluminată electric au fost înaintea Londrei micile sate Godalming din Surey și Lynton din Devon. În anul 1892 Londra avea 12 mile de străzi iluminate cu lămpi cu arc [12].

În S.U.A. dat fiind dezvoltarea și perfecționarea sistemului preconizat de Charles F. Brush prin lumina cu arc, a fost în măsură orașul Boston ca în 1878 să-și ilumineze unele străzi [12]. La San Francisco în septembrie 1879 s-a montat cea dîntîi centrală electrică de uz obștesc din S.U.A., energia debitată fiind folosită la iluminarea unor prăvălii. În acest oraș străzile s-au iluminat electric abia peste cîțiva ani [12]. La 20 decembrie 1880 Brush Electrical Company a pus în funcțiune la New York cea dintîi iluminare permanentă și continuă a străzilor prin lămpi electrice cu arc [12].

În Italia, la Milano, în anul 1881 a apărut prima instalație de iluminat cu lămpi cu arc cu ocazia expoziției naționale din acest an. Ea lumina grădina publică și străzile din împrejurimi. După un an apare la Milano prima centrală de uz obștesc și rețea de distribuție întocmite după un proiect a lui T. A. Edison. În anii 1883—1884 sînt iluminate la Roma Piața Mare și Gara Termini [12] și [15].

În Japonia o caricatură din anul 1882 arată prima instalație de probă cu o lampă cu arc așezată într-o stradă din centrul orașului Tokio, de către Tokio Light Company, care și-a început efectiv activitatea în noiembrie 1887 prin instalarea a 75 lămpi incandescente [12].

În Germania prima încercare de iluminat public s-a făcut de către S. Schuckert în 1876 la Nürnberg, pe „Keiserstrasse" printr-o lampă cu arc cu regulator automat [8]. Un an mai tîrziu Simens Halske execută un iluminat de probă la fabrica Gruzon din Magdeburg [8].

În anul 1878 Werner Siemens ilumineză la Berlin „Königstrasse" cu lămpi Iablocicov, iar în 1879 Siemens Halske execută iluminatul gării de est din Berlin și al gării din München, al pieței din Berlin cu lămpi cu arc diferențial [8]. Abia în 1882 Siemens Schuckert ilumineză în mod definitiv „Keiserstrasse" din Nürnberg [8]. În același an Siemens Halske execută iluminarea cu lămpi cu arc diferențial a pieței „Potsdamer Platz" și a șoselei „Leipziger strasse" din Berlin, de asemenea se fac în același an încercări de iluminare a străzii „Koch" din Berlin [8].

La 15 august 1885 a pornit la Berlin prima centrală electrică din Germania cu dreptul de a vinde energie electrică la particulari [12].

În Belgia, la Liège, în ianuarie 1887 s-au pus în funcțiune două lămpi cu arc pentru iluminarea parcului și în februarie același an încă șase lămpi cu arc în piața publică, sub formă de încercare. Un iluminat propriu-zis al acestor locuri s-a făcut abia în 1904 tot prin lămpi cu arc. În orașul Gand primele străzi au fost iluminate în anul 1903, iar la Anvers iluminatul public a început din anul 1900, însă un iluminat propriu-zis s-a realizat abia în 1903/1904 cu 149 lămpi cu arc [12].

În Olanda în anul 1894 se execută iluminarea canalului „Nord-Ostsee" între Kiel și Amsterdam cu 50 becuri incandescente legate în serie la o tensiune de 7 000 V [12].

Primele străzi iluminate electric au apărut la Nimegue în 1896 [12].

În Suedia în anul 1885 orașul Härnosänd avea instalații de iluminat străzile prin arc electric, însă la Stockholm din anul 1881 se montaseră de încercare lămpi electrice cu arc în două piețe [12].

În Danemarca în anul 1891 s-au iluminat străzile din orașul Odensee, iar în 1892 străzi din Copenhaga [12].

În Portugalia, la Lisabona, în anul 1891 s-a iluminat electric o stradă principală [12].

În Spania au apărut străzi iluminate electric în anul 1890, la Barcelona și Bilbao [12].

În Iugoslavia prima stradă iluminată electric a fost la Belgrad în 1893 [12].

În Grecia primul iluminat public electric a apărut la Atena în 1898 [12].

În Turcia primul iluminat pe străzi s-a montat abia în 1914 [12]. Iluminatul electric era cunoscut în această țară încă din 1891 însă folosirea lui era interzisă prin lege în afara palatului Yildiz [14].

În America de Sud prima uzină electrică a fost pusă în funcțiune la Campos, în Brazilia, în 1883. Totuși electricitatea negăsind teren economic prielnic, dezvoltarea centralelor a stagnat cam pînă în 1907 [16].

În țara noastră prima încercare de iluminat public electric a avut loc la București în anul 1882 în cadrul unei expoziții, cu ocazia căreia s-a iluminat exteriorul palatului Cotroceni, Teatrul Național și grădina Cișmigiu [12].

Primul iluminat public și prima centrală de uz obștesc au fost puse în funcțiune la Timișoara în 12 noiembrie 1884. Abia după cinci ani (1889) se pune în funcțiune centrala electrică din Caransebeș [17], iar în același an și în continuare în 1890 se execută primul iluminat public în orașul București prin lămpi cu arc pe șoseaua Kiseleff și bulevardul Carol și Elisabeta. Este de remarcat faptul că în acest an Bucureștiul nu avea încă o centrală de uz obștesc.

În 1891 se pune în funcțiune centrala electrică de la Satu Mare [17]. După cinci ani, în 1896, mai apar centrale electrice la Sibiu și Băile Herculane [17]. Un an mai tîrziu se pune în funcțiune centrala electrică din orașul Arad, iar în 1898, centrala electrică de la Lupeni [17].

Iată dar că în urmă cu 75 ani orașul Timișoara a știut să se impună pe plan internațional prin modul rapid și tehnic în care a judecat aspectul iluminatului public, a întrevăzut posibilitățile de dezvoltare a energiei electrice și a acționat în consecință, reușind astfel să fie printre primele orașe din lume care a introdus iluminatul public electric și care a renunțat la iluminatul cu gaz aerian.

Bibliografie

[1] Borovszky S.: *Magyarorszag varmegyei es varosi.* Cap. *Temesvar.* Ed. la Budapesta la Orszagos Monografia Tarsasag.

[2] *** *La aniversarea celor 70 ani de exploatare a uzinei de gaz din Timișoara.* Ed. Cartea Romînească Timișoara 1927.

[3] Laszlo V.: *Villamos Eroatvitel.* Tankonyvkiado, Budapesta 1953.

[4] Catona V.: *Monografia uzinei electrice Timișoara întocmită pentru jubileul de 50 ani de la punerea în funcțiune 1884—1934.* Tip. Romînească Timișoara 1934.

[5] ***: *Uzina electrică a orașului Timișoara.* Articol apărut în Reviste Tehnologice nr. 17 din 1895. Budapesta (în limba maghiară).

[6] ***: *Lampen und Umschalter der Stadtbeleuchtung in Temesvar.* Articol din revista Zeitschrift für Elektrotehnik, caietul 1 (1—15 ian. 1885). Ed. A. Hartleben's Viena.

[7] ***: *Zur Beleuchtung von Temesvar.* Articol apărut în Zeitschrift für Elektrotehnik caietul 15 (1—15 aug. 1885). Ed. A. Hartleben's Verlag. Viena.

[8] ***: Elektrotechnische Geselschaft ETG. Frankfurt M. 1881—1931.

[9] Baptidanov L. N. și Tarasov V. I.: *Echipamentul electric al centralelor și stațiilor electrice.* Trad. din limba rusă. Ed. Energetică de Stat 1955.

[10] Butchevici I. V. ș.a.: *Partea electrică a centralelor și stațiilor electrice.* Trad. din limba rusă. Editura Energetică de Stat 1953.

[11] Herzog u. Feldmann: *Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze.* Ed. IV Berlin 1927.

[12] Ștefănescu Radu. I.: *Acum 50 ani începutul ilumi natului electric pe străzile publice.* Articol apărut în Bul. APDE iulie-octombrie 1934.

[13] Golovan A.T., Grudinski P.G., Petrov G.N. ș.a.: *Îndreptar electrotehnic.* Trad. din limba rusă. Ed. Energetică de Stat 1955.

[14] ***: *Luminatul în Orient la sfîrșitul secolului trecut.* Articol din bul. APDE ian.-febr. 1935.

[15] ***: Completare la articolul tov. ing. I. Ștefănescu Radu indicat în pct. 12, apărută în bul. APDE noiembrie —decembrie 1934

[16] ***: *Electrificarea Braziliei.* Articol din bul. APDE ianuarie-februarie 1935.

[17] ***: *Reuniunea uzinelor electrice de pe teritoriile alipite de Romînia* Statistik 1921". Ed. W. Kraft Sibiu.

Probleme hidroenergetice şi de gospodărire a apei ale Indiei

*A. FILOTTI**)

Republica India are o suprafaţă de 3 288 375 km² (circa o treime din suprafaţa Europei) şi o populaţie de 389 milioane locuitori în ianuarie 1958, ocupînd din punct de vedere al populaţiei al doilea loc de pe glob (primul loc fiind ocupat de China cu 591 milioane locuitori). Densitatea medie a populaţiei este de 118 locuitori/km². Populaţia Indiei este inegal răspîndită pe teritoriul ţării, fiind mai rară în regiunea muntoasă din nord şi în cea secetoasă din nord-vest şi mai deasă în jurul marilor oraşe, dintre care pot fi citate: Calcutta (4,6 milioane locuitori), Bombay (2,8 milioane), Madras (1,4 milioane), Delhi (1,4 milioane), Hyderabad (1,1 milioane) şi altele [1]. Din punct de vedere geografic, India este o peninsulă avînd o lungime a coastelor de circa 12 000 km. Ea poate fi împărţită în trei regiuni distincte:

a) podişul Deccan din sudul şi centrul Indiei cu altitudini maxime de 2 339 m (munţii Gats);

b) regiunea munţilor Hymalaia din nordul ţării, cu altitudini medii de 5 500 —6 000 m şi maxime de peste 8 800 m;

c) văile Gangelui şi Indului (din aceasta din urmă 2/3 aparţin Indiei şi 1/3 Pakistanului) la poalele munţilor Hymalaia.

India este o ţară bogată în rîuri mari, dintre care cele mai importante sînt indicate în tabela 1. Regimul hidrologic al acestor rîuri este foarte neregulat: astfel, de exemplu, debitele Gangelui variază între 1 300 şi 50 000 m³/s, pe cînd cele ale rîului Mahanadi din podişul Deccan variază de la 32 m³/s la 48 000 m³/s. Potenţialul hidraulic al rîurilor Indiei a fost apreciat la 30...40 milioane kW; se poate considera însă că această cifră este sub valoarea reală.

Motivul regimului hidrologic neregulat este clima Indiei, care cuprinde trei anotimpuri distincte: o iarnă secetoasă (noiembrie-martie), o vară timpurie (aprilie-iunie) şi vara propriu-zisă, caldă şi umedă (iulie-octombrie). Temperatura medie variază între 26—32° vara şi 18—25° iarna. Precipitaţiile sînt în general abundente, atingînd 2 000 mm/an pe coasta occidentală, 750 mm pe podişul Deccan şi 500 mm în valea Gangelui şi a Indului. În regiunea secetoasă din nord-vest (pustiul Tharr) ele sînt abia de 100 mm. Se citează ca maxim regiunea Tsherra-Pundshi (Assam) unde media anuală atinge 11 630 mm şi unde în 1865 s-a înregistrat recordul mondial al precipitaţiilor: 23 500 mm. Precipitaţiile sînt inegal repartizate în cursul anului. Majoritatea lor sînt concentrate în perioada musonului, cînd s-au putut înregistra ploi pînă la 715 mm în 60 ore.

*

Avînd în vedere că pînă în 1947 India a fost o colonie britanică, ea a rămas în urmă din punct de vedere industrial, servind în special ca sursă de materii prime. Deşi în prezent India este independentă, majoritatea producţiei sale industriale mai este controlată de capitalul străin. Astfel, în 1951, capitalul străin reprezenta 97% din totalul investit în industria petrolului, 90% din cel al căilor ferate, 62% din cel al industriei carbonifere şi 43% din cel investit în producţia de energie electrică.

După eliberarea Indiei s-a putut constata o creştere rapidă a industriei în urma eforturilor depuse de guvernul indian în această direcţie. Astfel, producţia de cărbune, care era de 28,8 milioane tone în 1938 (inclusiv Pakistanul) şi de 30,6 în 1950, a crescut la 38,8 milioane tone în 1955. Analizînd însă repartiţia zăcămintelor de cărbuni din India, se poate constata că majoritatea lor sînt situate în nordul ţării. Partea peninsulară nu are cărbuni în afară de minele de la Singareni şi Kothagudam (Andhra). Trebuie menţionat că în schimb potenţialul hidroenergetic al părţii peninsulare este

Caracteristicile principalelor rîuri ale Indiei *Tabela 1*

Nr. crt.	Rîul	Bazin de recepţie, mii km²	Lungime, km	Precipitaţie medie pe bazin, mm	Debitele, m³/s		
					maxim	mediu	minim
1	Brahmaputra	937	2 900 (în India 1 100)	2 160	—	12 000	425
2	Gange	905	2 580	1 250	60 200	14 100	1 740
3	Indul (la Kalabah)	425	3 280	612	26 000	—	490
4	Sutlej (la Rupar)	61	1 630	480	13 900	—	78
5	Bis (la Dera Gopipur)	14	446	1 435	9 800	—	60
6	Ravi (la Madhapur)	9,2	1 059	1 355	7 350	—	34
7	Kosi	61	800	1 790	27 100	1 930	—
8	Mahanadi	132	856	1 380	48 100	2 850	32
9	Damodar	22	540	1 180	18 400	315	—
10	Narbada	—	1 400	—	—	—	—
11	Godavari	—	1 450	—	—	—	—
12	Kistna sau Krishna	—	1 280	—	—	—	—

*) Ing. *A. Filotti* este şef al Laboratorului de hidraulica construcţiilor din Institutul de studii şi cercetării hidrotehnice

ridicat, iar nisipul mării de pe coasta Travancore conține thoriu și alte minerale radioactive.

Din punct de vedere al electrificării Indiei, energia electrică produsă în rețelele publice a fost de 2 532 GWh în 1938 (inclusiv Pakistanul), 4 572 GWh în 1948 și a crescut la 8 484 GWh în 1955, ceea ce reprezintă abia 21,8 kWh/locuitor. Cu toată creșterea, electrificarea Indiei este încă mult rămasă în urma necesităților.

Prima mare centrală hidroelectrică*), centrala Sivasamudram pe rîul Cauvery, echipată inițial în 1902 cu 6 grupuri de 750 kW și extinsă apoi la 42 MW, precum și uzina Shimsha, de 17,2 MW, construită ulterior, se datoresc eforturilor lui K. Seshadri Iyer.

În ce privește gospodărirea apelor, India posedă o veche tradiție în irigații.

În timpul ocupației engleze, nu s-a acordat irigațiilor întreaga lor importanță, totuși, avînd

Caracteristicile principalelor amenajări din India *Tabela 2*

Nr. crt.	Amenajarea	Rîul	Bazinul	Înălțimea barajului, m	Putere instalată, MW	Suprafața irigată, mii ha
1	Barakshetra	Kosi	Gange	230	1 800	1 220
2	Bhadra	Kosi	Gange	—	20	
3	Tilaiya	Damodar	Gange	30,2	6	400
4	Konar	Damodar	Gange	48,2	40	
5	Maithon	Damodar	Gange	49,4	60	
6	Panchet Hill	Damodar	Gange	40,5	40	
7	Aiyar	Damodar	Gange	76,2	45	
8	Balpari	Damodar	Gange	35,0	20	
9	Bokaro	Damodar	Gange	48,8	3	
10	Bermo	Damodar	Gange	9,1	—	
11	Pipri	Rihand	Gange	85	230	160
12	Gogra	Gogra	Gange	—	300	—
13	Gandak	Gandak	Gange	—	600	—
14	Tonsa	Tonsa	Gange	—	210	—
15	Marora	Neyar	Gange	184	232	97
16	Bhakra	Sutlej	Ind	206	1 100	2 400
17	Nangal	Sutlej	Ind	27	—	
18	Ganguval	Sutlej	Ind	30	72	
19	Kotlah	Sutlej	Ind	30	72	
20	Hirakud	Mahanadi	Mahanadi	55	260	760
21	Tikkaprara	Mahanadi	Mahanadi	63	432	445
22	Naraj Cuttack	Mahanadi	Mahanadi	32	107	445
23	Machkund	Machkund	Sabari	45	51	—
24	Ramapasagar	Godavari	Godavari	130	460	960
25	Koyna	Koyna	Kistna	100	530	185
26	Mahatma Gandhi	Sharavathy	Sharavathy	32	120	—
27	Sharavathy	Sharavathy	Sharavathy	53	890	—
28	Pallivasal	Mudaripuzha	Perigar	85	36	—
29	Ghandi Sagar	Chambal	Yamuna (Gange)	62	92	53
30	Rana Pratap	Chambal	Yamuna (Gange)	—	21	
31	Kotah (amonte)	Chambal	Yamuna (Gange)	—	21	567
32	Kotah (aval)	Chamal	Yamuna (Gange)	36	—	
33	Banas	—	—	28	—	100
34	Kattampally	Kattampally	Beliapatam	6	—	2
35	Manimuthar	Maniputhar	Tambraparni	42	—	41
36	Amaravathi	Amaravathy	Cauveri	—	—	24
37	Tunghabadra	Tungabhadra	Krishna		36	

Astfel, deși toate localitățile de peste 100 000 locuitori și 88 % dintre cele cu 20 000—100 000 locuitori erau electrificate în 1949, numărul total de localități electrificate atingea abia 0,52 % din total. În ceea ce privește producția specifică, dacă se consideră separat orașele Bombay, Ahmedabad, Calcutta, Kanpur, Delhi și Madras, rezultă că în 1949 consumul specific era de 281 kWh/locuitor, însă cea din restul Indiei reprezenta abia 6,1 kWh/locuitor, sau, cu alte cuvinte, 58 % din producția de energie era consumată în orașe care cuprindeau abia 3 % din populația țării.

Trebuie menționat că o mare parte din electrificarea Indiei efectuată în timpul dominației britanice se datorește tot specialiștilor indieni. în vedere profitul realizat din cultura plantelor tropicale, s-au executat o serie de lucrări cum ar fi : irigarea a 405 000 ha în bazinul rîului Yamuna, canalul văii superioare a Gangelui (impus dominației britanice după seceta din 1836—1837), amenajarea Mettur în Madras etc. Trebuie menționat că beneficiul net al capitalului investit în lucrările de irigații era de 14 % pe an.

După eliberare, una dintre preocupările guvernului a fost dezvoltarea electrificării țării, în special prin construcția de uzine hidroelectrice și a utilizării apei pentru irigații. În acest

*) Prima microcentrală hidroelectrică a fost construită în 1897 pentru iluminatul localității Darjeeling (Bengalul de vest) și avea o putere instalată de 200 kW.

scop a fost creată Comisia centrală de hidroenergetică, irigații și navigație cu sediul la New Delhi, care studiază și realizează chiar în parte proiectele lucrărilor hidrotehnice ale țării.

Programul de dezvoltare de perspectivă prevede creșterea puterii instalate hidroelectrice cu 11 000 MW în intervalul 1950—1970 peste cei 550 000 MW instalați în 1950. Aceasta reprezintă o creștere medie de 550 MW pe an și ar duce la sfîrșitul intervalului la amenajarea a 25—30% din potențialul hidroenergetic al țării. Amenajările prevăd irigarea a 170 000 km² peste cei 206 000 km² irigați la începutul perioadei.

O trecere în revistă a tuturor lucrărilor de construcții hidrotehnice construite după eliberare sau în curs de execuție, în număr de peste 150, este imposibilă. Caracteristicile principalelor lucrări sînt date în tabela 2. În cele de mai jos ne vom limita la o descriere sumară a celor mai ilustrative dintre ele.

I. Amenajări complexe

A. *Amenajarea rîului Damodar*

Rîul Damodar are un bazin de recepție de 21 000 km² și o lungime de 460 km; el izvorăște din zona muntoasă Rajmahal și se varsă în golful Bengal la 50 km sud de Calcutta. Stocul anual mediu este de 10 miliarde m³, atingînd 15 miliarde în anii ploioși și 5 miliarde în anii secetoși; 90% din acest stoc se scurge în perioada iunie-octombrie, pe cînd în restul anului, debitul este foarte redus, rîul putînd seca aproape complet în anumiți ani în perioada secetoasă. În bazinul rîului, în cea mai mare parte despădurit, avea loc un proces progresiv de eroziune, care ducea la o mărire a viiturilor și a debitelor solide.

Situația era mai gravă atît datorită importanței economice a bazinului rîului în care se concentrează 50% din producția de fier a Indiei, 75% din cea de cărbune și crom și 100% din cea de cupru, cît și datorită eixstenței de-a lungul cursului inferior a unor terenuri considerate ca cele mai fertile din țară.

Deși măsurile împotriva inundațiilor se studiază de circa 100 de ani de guvernul bengal, abia în 1948 a fost creată „Corporația Văii Damodar", după modelul organizației Tennessee Valley Authority. În competența acestei corporații intră nu numai prevenirea viiturilor, ci și utilizarea apei în scopuri eneregetice, irigații, navigație, alimentări cu apă etc.

Datele principale ale amenajărilor din Valea Damodar *Tabela 3*

Nr. crt.	Baraj	Înălțime, m	Volum brut, $10^6 m^3$	Volum net disponibil în perioada secetoasă, $10^6 m^3$	Putere instalată MW	Producția anuală, 10^6 kWh	Lungimea barajului, m	Tipul barajului	Roca de fundație	Funcțiune (Observații)
1	Tilaiya	30,20	394,7	320,7	6	22,77	350	Greutate	Cuarțit	Acumulare, producție de energie
2	Konar	42,80	320,7	259,0	40	191,00	260 3 000	Greutate Pămînt	Granit și Gneiss	Idem, plus alimentare cu 12 m^3/s apă de răcire UTE Bokaro
3	Maithon	49,50	1 361,8	611,8	60	164,00	400 670	Greutate Pămînt	Gneiss	Redresarea curbei de regim în vederea irigațiilor aval
4	Panchet Hill	40,50	1 497,4	228,2	40	100,00	550	Pămînt	—	Idem
5	Aiyar	76,20	1 640,5	901,7	45	—	—	—	—	—
6	Balpahari	35,00	502,0	260,3	20	—	—	—	—	—
7	Bokaro	48,80	197,4	98,7	3,2	—	—	—	—	—
8	Bermo	9,15	—	—	—	—	—	—	—	—
	Total				232,2					—

Planul general de amenajare prevede construcția a 8 mari lacuri, a numeroase canale, precum și diferite lucrări de îmbunătățiri funciare și împăduriri. Prin lacurile prevăzute, viitura de 18 000 m^3/s (asigurare 1/50 ani) se atenuează la 7 000 m^3/s, iar viitura de 28 400 m^3/s (asigurare 1/100 ani, corespunzînd unei precipitații de 262 mm în 24 ore) se reduce la 13 500 m^3/s. Datele principale ale lucrărilor din valea Damodar sînt prezentate în tabela 3.

În afară de uzinele hidroelectrice, a căror putere instalată va atinge 232,2 MW, din care în etapă se execută numai uzinele Tilaiya, Konar, Maithon și Panchet Hill, mai este prevăzută construcția uzinei termoelectrice Bokaro, echipată în prima fază cu trei grupuri de 50 MW cu posibilitate de extindere cu încă un grup. Uzina Bokaro utilizează cărbuni extrași din zăcămintele la zi din munții Gondwana de peste 50 m grosime, așezate la 7 km distanță. Ea va funcționa ca uzină de rezervă în sistem, în perioadele cu deficit de apă.

La 70 km în aval de uzinele Maithon și Panchet Hill este amplasat barajul Durgapur de 617 m lungime și 11 m înălțime, care derivează apele în sistemul de irigație. Canalele acestui sistem totalizează o lungime de 2 500 km.

În amonte de barajul Durgapur porneşte pe malul stîng un canal de navigaţie lung de 133 km, care debuşează în braţul Hooghly, la 50 km nord de Calcutta.

În bazin mai sînt prevăzute lucrări de împădurire a 300 000 ha (peste cele 600 000 ha împădurite înainte de înfiinţarea corporaţiei), transformarea a 280 000 ha de teren degradat în păşuni şi a 120 000 ha în teren agricol. În plus, se va acorda o importanţă mare dezvoltării pisciculturii în lacurile create în bazin.

Din punct de vedere tehnic, merită o atenţie specială barajul de pămînt compactat Konar, în lungime totală de 4 km, din care partea centrală de 280 m, cuprinzînd descărcătorul de ape mari, este executată din beton. Înălţimea maximă a barajului este de 50 m. Din lacul Konar se alimentează cu apă de răcire uzina termoelectrică Bokaro.

În ceea ce priveşte folosinţele agricole ale apei, se poate aminti că reţeaua de irigaţii va deservi o suprafaţă de 400 000 ha, ceea ce poate duce la o creştere a producţiei de orez a regiunii cu 70%.

B. *Amenajarea Bhakra-Nangal*

Amenajarea Bhakra-Nangal este amplasată în Punjab, la 300—350 km nord de Delhi, pe rîul Sutlej, unul dintre afluenţii principali ai Indului. Elementele principale ale amenajării sînt :

— treapta amonte, cuprinzînd barajul Bhakra şi două uzine hidroelectrice cu o putere totală de 1 400 MW ;

— treapta aval, la circa 13 km de barajul Bhakra, cuprinzînd lacul de compensare Nangal şi priza de apă pentru canalul magistral ;

— canalul magistral de derivaţie, de 60 km lungime, pe care sînt instalate două uzine hidroelectrice, Ganguval şi Kotlah, a cîte 72 MW ;

— sistemul de canale de distribuţie pentru irigaţii.

Barajul Bhakra de tip de greutate, va fi unul dintre cele mai mari din lume. Înălţimea sa maximă peste fundaţie este 206 m, lungimea la coronament 492 m, iar lăţimea 9,20 m la coronament şi 176 m la bază. Cota retenţiei normale este 510 m.d.M., iar cota coronamentului 516 m.d.M. Volumul barajului este de 3,9 milioane m^3 beton cu care se realizează un lac cu 9,1 miliarde m^3 volum brut, din care 7 miliarde m^3 volum util.

La piciorul barajului se construiesc două centrale care vor lucra la căderi variind între 80,5 şi 156,6 m. Centrala de pe malul drept va fi construită în aer liber şi va cuprinde 4 grupuri, iar centrala de pe malul stîng va fi subterană şi va cuprinde 8 grupuri (în prima fază 6 grupuri). Turbinele cu ax vertical, radial-axiale, cu camere spirale de oţel, au o putere de 92 MW şi o turaţie de 166,7 rot/min ; ele sînt cuplate direct cu generatorii de 100 MVA, 11 kV.

Staţia de transformare, amplasată pe malul stîng, ridică tensiunea la cea de transport, 220 kV.

Barajul Nangal creează un bazin de regularizare zilnică , intrat în funcţiune în 1954. Înălţimea sa maximă peste fundaţie este de 27 m.

Canalul magistral de derivaţie are o lungime de 61 km. Cele două centrale prevăzute, aşezate la respectiv 20 şi 30 km de barajul Nangal, vor fi echipate cu cîte trei grupuri de 24 MW, lucrînd la o cădere de 30 m. Centrala aval Kotlah va fi în întregime telecomandată de la centrala Ganguval, ceea ce asigură funcţionarea lor în serie.

Canalul de irigaţie principal şi cele secundare au o lungime de 870 km, lungimea canalelor de distribuţie atingînd 3 400 km. Execuţia canalelor a cuprins diguri pînă la 23 m înălţime şi lucrări de artă grele (apeducte şi sifoane) pentru traversarea a circa 61 torenţi de noroi cu debite variind între cîţiva m^3/s şi 4 300 m^3/s. Suprafaţa irigată din complexul Bhakra-Nangal va fi de 2,4 milioane ha.

Proiectarea complexului a fost deosebit de grea ; studiile efectuate au luat în consideraţie un număr de 25 variante înainte de alegerea celei definitive.

C. *Amenajarea rîului Kosi*

Rîul Kosi este rîul cu albia cea mai puţin stabilă din India. În ultimii 200 ani, rîul şi-a mutat cursul pe o lăţime de 112 km, lăsînd în urma vagabondărilor sale un teren acoperit cu nisip impropriu agriculturii. Debitul modul al rîului este 1 930 m^3/s, iar debitul maxim 27 000 m^3/s.

În 1946 au fost începute studii pentru proiectul de amenajare al rîului. Proiectul, care este într-un stadiu avansat, cuprinde :

— un baraj amplasat în Nepal, la Bhadra (5 km amonte de Hanumannagar) cu partea deversantă centrală de beton avînd 1 148,8 m lungime şi pe ambele maluri diguri de pămînt de cîte 3 650 m lungime ;

— diguri de regularizare de la baraj pînă la Jhamta pe malul drept şi Bangaon pe malul stîng, totalizînd o lungime de 260 km ;

— un sistem de canale de irigaţii pe malul stîng, permiţînd irigarea a 566 500 ha ;

— o centrală hidroelectrică de 20 MW, amplasată pe canalul magistral, cîţiva kilometri în aval de baraj, utilizînd o cădere de 7 m.

Într-o etapă ulterioară se va executa o uzină hidroelectrică în amonte de barajul Bhadra, la Barahakshetra, cu o putere instalată de de 1 500 MW. Lucrările de proiectare ale acestei uzine sînt în curs. Barajul va avea o înălţime de 230 m ; volumul lacului va fi de 14 miliarde m^3,

din care 3,12 miliarde vor fi utilizate pentru oprirea aluviunilor şi 2,6 miliarde pentru atenuarea viiturilor. Căderea va fi de 122 m la nivel minim în lac. O dată cu execuţia acestei uzine, lucrările de irigaţii se vor extinde astfel încît suprafaţa totală irigată să atingă 1 220 000 ha.

D. *Amenajarea Ramapasagar*

Pe rîul Godavari s-a construit de curînd barajul Ramapasagar de 130 m înălţime. Volumul lacului creat este de 20 miliarde m^3 la un volum de beton de 1,5 milioane m^3. Barajul permite irigarea a 960 000 ha şi construcţia unei centrale hidroelectrice de 460 MW.

E. *Amenajarea Hirakud*

Statul Orissa, aşezat pe malul golfului Bengal, este unul dintre statele mai puţin dezvoltate ale Indiei. Un vast program de amenajare a resurselor acestui stat şi în special ale rîurilor Mahanadi, Brahmani şi Baitarni a fost elaborat.

Amenajarea rîului Mahanadi prevede construcţia a trei baraje: Hirakud, Tokarpara şi Naraj-Cuttack. Înălţimile barajelor sînt respectiv de 55 m, 63 m (în faza II 109 m) şi 32 m, volumele lacurilor respectiv 6,52, 17 (în faza II 135) şi 8,43 miliarde m^3, iar puterile instalate ale centralelor de la piciorul barajelor, respectiv 260 MW, 432 MW (în faza II 2 500 MW) şi 107 MW.

După cum am amintit, rîul are debite care variază între 32 m^3/s şi 48 000 m^3/s, stocul anual fiind de 40 miliarde m^3.

Barajul Hirakud atenuează viiturile la 37 000 m^3/s şi asigură un debit minim de 250—400 m^3/s, ceea ce îmbunătăţeşte în mod sensibil condiţiile de irigare din delta rîului. Lacul creat are un volum de 8,1 miliarde m^3, din care 5,3 miliarde volum util. Suprafaţa sa este de 710 km^2.

Barajul Hirakud, amplasat la 15 km amonte de Sambulpur, în lungime de 24,76 km, constă din următoarele părţi principale: barajul central ($L = 4{,}68$ km); barajul de pe malul stîng ($L = 9{,}3$ km) şi barajul de pe malul drept (10,78 km).

Centrala are o putere instalată de 235,5MW; ea cuprinde două grupuri de 24 MW şi 5 grupuri de 37,5 MW, dintre care ultimele trei vor fi instalate ulterior. Primul agregat al centralei a intrat în funcţiune în 1957.

O a doua centrală echipată cu 4 grupuri de 24 MW, lucrînd la o cădere de 23 m, este prevăzută la 23 km aval de baraj în punctul de debuşare al canalului de navigaţie, care va fi construit cu actualul curs al rîului.

Sistemul de irigaţii prevede un canal magistral pe malul drept ($Q = 136$ m^3/s, $L = 88$ km) şi unul pe malul drept ($Q = 18$ m^3/s, $L = 23$ km). Totalitatea canalelor secundare atinge o lungime de 740 km, necesitînd un volum de terasamente de 21,2 milioane m^3. Suprafaţa irigată va fi de 760 000 ha dintre care 268 000 vor fi irigate pînă în 1959. Programul lucrărilor prevede terminarea lor pînă în 1962.

II. Amenajări avînd ca scop principal producţia de energie

F. *Uzina hidroelectrică Koyna*

Uzina hidroelectrică Koyna, amplasată pe rîul cu acelaşi nume (un afluent al rîului Krishna) a fost construită în primul rînd pentru alimentarea cu energie electrică a statului Bombay. Uzina se execută în trei faze, puterea iniţială fiind 240 MW, iar cea finală 500 MW.

Barajul este de tip de greutate din beton, avînd o înălţime în prima fază de 81 m şi o lungime la coronament de 670 m. Deversorul este prevăzut cu şase vane segment de 12,5 × 8,2 m. Volumul lacului realizat este de 980 milioane m^3, iar suprafaţa 53,5 km^2.

Cele patru turbine lucrează la o cădere de 465 m, însă sînt calculate la căderea totală de 490 m de la sfîrşitul lucrărilor; ele sînt cuplate direct cu generatoarele de 60 MW. Transformatoarele de 11/220 kV sînt grupate în celule de transformatoare monofazate de 25 MVA.

În faza a doua se înalţă barajul cu 19,4 m, se execută două galerii forţate suplimentare şi se măreşte puterea instalată la 400 MW instalîndu-se încă 4 grupuri. În faza a treia se construieşte o nouă sală a maşinilor cu agregate cu o putere totală de 100 MW; în plus, se instalează la piciorul barajului o centrală de 30 MW, care prelucrează apa utilizată pentru irigaţii (185 000 ha).

Energia se transportă la Bombay printr-o linie de înaltă tensiune de 240 km lungime.

G. *Amenajarea rîului Sharavathy (Mysore)*

Rîul Sharavathy izvorăşte din munţii Ghats la Ambhuthirtha, în statul Mysore (districtul Shimoga). După ce curge 77 km spre nord, coteşte spre vest pe 15 km, avînd apoi o cădere concentrată de 253 m la cascada Jog. După alţi 39 km, rîul se varsă în Oceanul Indian. Bazinul de recepţie total este de 2 630 km^2, iar la cascada Jog de 2 070 km^2.

Primele propuneri pentru amenajarea rîului Sharavathy au fost făcute încă la începutul secolului împreună cu studiile pentru uzina Sivasamudran. În 1920, sub conducerea lui Shri M. Visvesvaraya, s-a reluat proiectarea şi s-a efectuat o parte din studii. Totuşi, abia în 1948 s-a trecut la execuţia primei uzine de pe rîul Sharavathy, uzina Mahatma Gandhi, în apropiere de cascada Jog, cu o putere instalată iniţial de 48 MW şi extinsă apoi la 120 MW. Uzina Gandhi cuprinde un baraj la Hirebhasagar

(21 km amonte de cascada Jog), care regularizează debitele rîului. Apa curge apoi pe vechea albie a rîului pînă la priza Karagal situată cu 3,2 km amonte de cascadă, unde este derivată în aducțiunea uzinei.

Necesitățile energetice crescînde ale statului Mysore au dus la o restudiere a posibilităților de amenajare a rîului Sharavathy și la construirea, în cel de al doilea plan cincinal, a unei noi uzine.

Noua amenajare prevede construcția unui baraj la Linganmakki, situat cu 8 km în amonte de cascada Jog. Noul baraj de greutate va avea o înălțime de 56 m și o lungime la coronament de 2 136,3 m și va crea un lac de 5,04 miliarde m³, care va inunda complet barajul Hirebhasagar. La piciorul barajului va fi construită o centrală de 40 MW, care va funcționa în paralel cu uzina Mahatma Gandhi. Majoritatea apelor vor fi însă derivate în lacul Talakalale, creat pe afluentul cu același nume prin construcția unui baraj de 53 m înălțime.

Centrala Sharavathy va fi echipată cu 10 grupuri de 89 MW, dintre care primele două vor intra în funcțiune în 1961.

Energia produsă va fi transportată la Shimoga printr-o linie de 220 kV de 109 km lungime, iar de aci pînă la Bangalore prin altă linie, de 274 km.

H. *Uzina hidroelectrică Machkund*

Uzina hidroelectrică Machkund este amplasată pe rîul cu același nume, un afluent al rîului Sabari, care formează frontiera între statele Andhra și Orissa. Bazinul de recepție are o suprafață de 221 km². Uzina, cu o putere instalată de 51 MW, este finanțată de ambele state riverane în proporție de 70 : 30; ea constituie una dintre puținele uzine hidroelectrice din India, în care producția de energie nu este legată de alte utilizări ale apelor.

La cîțiva kilometri în aval de confluența rîului Machkund cu rîul Patal Arm, principalul său afluent, s-a construit barajul Jalaput — — din zidărie cu mortar de ciment — avînd o înălțime de 45 m deasupra cotei de fundație și o lungime la coronament de 371,85 m. Volumul barajului este de 354 00 m³, iar volumul de apă acumulat, 720 milioane m³.

Pînă la construcția centralei de la piciorul barajului, apa va fi lăsată să curgă pe rîu după nevoi pe o distanță de 27 km pînă la captarea uzinei Machkund. Barajul de deviere, de asemenea de greutate, are o înălțime de 25,45 m, o lungime la coronament de 313,6 m. Volumul de retenție de 11 milioane m³, realizat printr-un volum de beton de 56 000 m³, va servi pentru compensări și regularizări zilnice.

Apa este derivată printr-un canal cu nivel liber de 1 230 m lungime și apoi printr-o galerie cu nivel liber de 1 222 m lungime, pînă la valea pîrăului Makkiput. Pe acest pîrău este construit alt baraj de 20,1 m înălțime și 135 m lungime la coronament, care creează un lac tampon de 28 000 m³. De la acest lac, aducțiunea continuă sub presiune pînă la castelul de echilibru subteran. De la castel urmează două galerii forțate, la capătul cărora este instalată cîte o trifurcație.

De la una dintre trifurcații, pornesc trei conducte forțate, livrate de R.P. Polonă. Celelalte conducte forțate vor fi instalate ulterior.

În prima fază, centrala va fi echipată cu trei turbine Francis cu ax vertical, cuplate cu generatoare de 17 MW. În plus, centrala mai este prevăzută cu o turbină Pelton orizontală, cu injector, cuplată cu un generator de 500 kVA pentru serviciile interne.

Stația de transformare exterioară este echipată cu zece transformatoare de 6 670 kVA, 11/132 kV, cîte trei transformatoare fiind utilizate pentru fiecare generator, iar ultimul constituind rezerva. Linia de înaltă tensiune principală, de 725 km lungime, a dat dificultăți în execuție, în special la trecerea de 9,65 km peste rîul Godavari.

I. *Uzina Hidroelectrică Pallivasal*

Uzina hidroelectrică Pallivasal este situată în nordul regiunii Travancore, pe rîul Mudirapuzha, un afluent al rîului Periyar, în apropiere de orașul Munnar. Bazinul de recepție la captare are o suprafață de 239 km², precipitația anuală fiind de 1 500...5 000 mm.

Apele rîului sînt derivate cu ajutorul unui baraj de 7,79 m înălțime peste talveg.

Galeria principală sub presiune are o lungime de 3 140 m și o secțiune în potcoavă.

Centrala a fost echipată inițial cu trei turbine Pelton cu un singur injector, cuplate direct cu alternatoarele ($P = 4{,}5$ MW); cu ocazia extinderii, în centrală au fost montate trei grupuri suplimentare de cîte 7,5 MW.

Pentru a face posibilă mărirea centralei, a fost necesară o regularizare a debitelor, care s-a realizat prin construcția a două baraje: barajul Sethurparvatipuram și barajul Madupatty.

Barajul Sethurparvatipuram a fost construit pe afluentul Kundale la 24 km est de Munnar, la cota 1 760 m.d.M. Bazinul de recepție la amplasamentul barajului este de 39 km². Barajul este executat din zidărie cu mortar de ciment, de tip de greutate în arc, avînd o înălțime de 26, 20 m și o lungime la coronament de 160 m.

Volumul barajului este de 53 800 m³, iar volumul lacului 7 645 000 m³. Barajul ridică debitul garantat la 3,54 m³/s, iar puterea asigurată a uzinei la 16,5 MW.

Barajul Madupatty, pe afluentul Palaar, a fost construit pentru a asigura funcționarea

uzinei în anii secetoşi. Construit la cota 1 585 m.d.M., el este primul baraj construit în întregime din beton din India (celelalte baraje cuprind volume importante de zidărie de piatră). Bazinul de recepţie al rîului la amplasamentul barajului este de 101 km². De tip de greutate, barajul are o înălţime maximă de 85,3 m deasupra fundaţiei şi o lungime la coronament de 245 m. Volumul de beton al barajului este de 161 500 m³, iar volumul lacului 53,8 milioane m³.

Barajul este prevăzut cu goliri de fund care pot fi utilizate în viitor ca conducte forţate ale unei centrale situate la piciorul barajului.

De la lacurile amintite, apa curge regularizată pe rîu pînă la priza uzinei Pallivasal.

DOCUMENTARE

Energetica generală

Resursele energetice mondiale Rodatis K. F., *Teploenerghetica* nr. 6/1958, pag. 79—82.

620.91 (100)

În tabela 1*) se prezintă, exprimate în TWh, valori pentru rezervele de cărbune, lignit, petrol, gaze naturale şi energie hidraulică, exclusiv resursele de combustibili nucleari, pentru ţările mai importante membre în ONU.

Aceste valori sînt calculate în ipoteza obţinerii energiei electrice din combustibil în următoarele condiţii: 8 kWh/kg din cărbune, 2,5 kWh/kg din lignit, 12 kWh/kg din combustibili lichizi şi 10,6 kWh/kg din gaze naturale. Lemnul nu a fost considerat combustibil energetic. Randamentul CTE a fost considerat de 25%, iar durata de utilizare a puterii instalate în CHE de 1 000 h/an.

În resursele energetice indicate pentru U.R.S.S., care în prezent depăşesc pe cele ale altor ţări, pot interveni încă mari modificări, în sensul unor sporiri substanţiale.

Tabela 1

Denumirea ţării*)	Cantitatea totală de combustibil solid	Resurse sigure de petrol	Rezervele de gaze naturale în curs de extracţie	Potenţial economic hidroenergetic	Total rezerve de energie		Observaţii
					Brutto	Recalculat pentru un randament de 25%	
Australia	236 900	1	—	11 000	248 116	70 279	Inclusiv şisturile
Austria	6 019	354	—	40 000	46 373	41 593	
Albania	—	36	—	3 000	3 036	3 009	
Anglia	1 369 200	6	—	9 000	1 379 022	351 506	Inclusiv turbă şi
Argentina	2 800	470	146	32 000	35 416	32 854	şisturi
Bulgaria	4 620	—	—	6 000	10 620	7 155	
Belgia	47 904	—	—	1 000	48 904	12 976	
Brazilia	4 000	66	13	115 000	119 079	11 602	
Ungaria	4 160	62	39	2 000	6 261	3 065	
R.D.Germană	124 300	—	—	2 000	126 300	33 075	
Grecia	2 500	—	—	5 000	7 500	5 626	
Danemarca	125	—	—	—	125	31	
Egipt	—	224	—	5 000	5 224	5 056	
India	506 499	77	—	200 000	706 576	326 644	
Iordania	7 120	—	—	1 000	8 120	2 780	
Spania	67 750	—	—	32 000	99 750	48 938	Inclusiv turba
Italia	6 768	8	742	55 000	62 518	56 880	
Canada	578 211	3 720	2 703	218 000	802 634	364 159	
Olanda	32 020	173	—	—	32 193	8 048	
Noua Zeelandă	2 982	—	—	20 000	22 982	20 746	
Norvegia	64 000	—	—	100 000	164 000	116 000	
Polonia	1 112 325	32	—	6 000	1 118 357	284 089	
Portugalia	307	—	—	13 000	13 307	13 077	
Romînia	7 841	644	—	27 000	37 733	29 684	
Saar	64 000	—	—	—	64 000	16 000	
U.R.S.S.	10 447 732	16 284	10 261	750 000	11 331 677	3 395 419	Incl. şisturi fără turbă
S.U.A.(Incl. Alasca)	11 827 853	46 922	63 454	224 000	12 318 288	3 247 557	Idem
Turcia	12 695	44	—	90 000	102 739	93 185	
Finlanda	2 400	—	—	17 000	19 400	17 600	
R.F.Germană	1 949 500	593	—	16 000	1 966 093	503 523	
Franţa	97 050	60	64	60 000	158 674	84 669	
Iugoslavia	53 130	90	29	67 000	120 249	80 312	
Cehoslovacia	79 250	12	0,3	12 000	91 262	31 816	
Elveţia	—	—	—	30 000	30 000	30 000	
Suedia	2 400	—	—	80 000	104 720	86 180	Incl. turbă şi şisturi
Japonia	149 445	101	848	103 000	253 394	140 599	

*) Din tabelă lipsesc date pentru ţările nemembre ONU sau pentru care nu s-a dispus de date.

g.c.

Centrală termoelectrică de 2 400 MW Levcopulo A. H.: *Teploenerghetica* nr. 7/1958, pag. 48—55.

621.311.22

Puterea maximă a turbogeneratoarelor de construcție sovietică este de 200 MW, însă după analizele și cercetările efectuate, s-a stabilit că puterea maximă economică pînă la care se poate ajunge este de 600 MW. Uzinele constructoare de mașini din U.R.S.S. consideră posibilă realizarea unor turbine cu abur cu două axe de 600 MW, cum de altfel se consideră și în străinătate.

La conferința mondială a energeticii din Viena din 1956, s-a considerat că puterea maximă economică a turbogeneratoarelor nu este 600 MW, ci se poate ajunge la 1 000 MW.

În baza acestor considerente, la TEP Moscova, s-a întocmit sarcina de proiectare pentru o CTE de mare putere de 2 400 MW. Puterea instalată a fost limitată de condițiile de alimentare cu apă. CTE este destinată livrării de energie electrică în sistem la tensiunile de 220, 400 și 500kV și alimentării cu căldură a coloniei muncitorești și a instalațiilor de uscare a cărbunilor bruni, care sînt folosiți drept combustibil la CTE și care au o umiditate de 35%.

Parametrii aburului, la intrarea în turbină, au fost aleși în baza calculelor tehnico-economice și au rezultat 300 ata și 650°C cu două supraîncălziri intermediare pînă la 565°C la presiunile 65/60 ata și 15/13 ata, precum și 220 ata și 580°C cu o supraîncălzire intermediară, la 34/29 ata, folosindu-se oțeluri de clasă perlitică.

Sarcina de proiectare pentru CTE de 2 400 MW a fost analizată în patru variante, ale căror date tehnico-economice sînt analizate în tabela 1. *g.c.*

Cărbunele are 52,5% apă, 19% cenușă și o putere calorifică inferioară de 1 424 kcal/kg. Întrucît cărbunele are un conținut de sulf ridicat, la profilul final al centralei se vor obține anual 248 000 t acid sulfuric, 56 000 t sulfat de amoniu și 1 330 t sulf prin tratarea corespunzătoare a bioxidului de sulf din gazele de ardere.

Centrala va fi extinsă cu 5 cazane, două grupuri turbogeneratoare de 50 MW și un grup de 100 MW.

Consumul propriu al centralei va fi de circa 12%, din care 7,84% revine producției de energie electrică, iar restul căldurii livrate.

Costul unui kW instalat la profilul final va fi de 3 300 leva, volumul clădit de 1 650 m³/kW, iar personalul, un om la 2,8 MW.

Prețul de cost al energiei electrice emise va fi de 0,07 leva/kWh, iar al căldurii de 30 leva/kcal. *i.s.*

Tabela 1

Denumirea	Varianta			
	I	II	III	IV
Puterea instalată, MW	2 400	2 400	2 400	2 400
Tipul și numărul turbinelor	4 × SKK — 600	4 × SVK—600	4 × SKK—300 și 4 × SKK—300	4 × SVK—300 și 2 × SKK—600
Parametrii aburului la intrarea în turbină ata,°C	300,650/565/565	220,580/565	300,650/565/565 și 220,580/565	220,580/565 și 300,650/565/565
Numărul și debitul cazanelor, t/h	4 × 1 690	4 × 1 900	4 × 845 și 2 × 1 690	2 × 950 și 2 × 1 690
Numărul de ore de utilizare a puterii instalate	7 000	7 000	7 000	7 000
Consumul serviciilor interne, %	6,45	6.05	6,45	6,25
Randamentul cazanelor, %	93	93	93	93
Prețul de cost al unui kWh livrat, copeici/kWh	3,16	3,14	3,22	3,23
Prețul de cost al unui kW instalat, ruble	690,4	629,0	719,4	688,2
Consumul specific de comb. conv., kg/kWh	0,286	0,304	0,286	0,295
Randamentul netto al CTE, %	43,02	40,37	43,02	41,69
Volumul specific clădit raportat la kW*) ,m³/kW	0,363	0,363	0,370	0,370

*) Exclusiv volumul fabricii de uscare și preparare a combustibilului care este de 0,101 m³/kW.

Mariţa-est — cea mai mare CET din Balcani *Energietechnik*, vol 8 (1958), nr. 5, pag. 281—282.

621.311.22

În Bulgaria este în curs de execuție prima etapă de 100 MW a unei centrale cu o putere finală de 300 MW, proiectată și echipată cu concursul U.R.S.S.

Pînă în 1961, urmează a intra în funcțiune două grupuri de termoficare cu condensație și priză de cîte 50 MW la 130 at 565°C, alimentate din patru cazane de abur de cîte 200 t/h la 140 at 570°C. Centrala livrează circa 420 t/h abur unei fabrici de brichete cu o producție anuală la 1,8 milioane t brichete la o putere electrică racordată de 18 MW, respectiv energie electrică (25 MW), unei exploatări de lignit la zi cu o producție anuală de 10,3 milioane t.

Totodată este proiectată alimentarea cu căldură (105 Gcal/h) a unei prime suprafețe de sere legumicole de circa 33 ha.

O CTE nouă în Austria *BWK* vol. 10 (1958), nr. 10, pag. 504

621.311.22 :621.438

O nouă centrală termoelectrică de tip combinat a intrat în execuție în Austria. Amplasamentul ei lîngă Viena a fost astfel ales încît să fie aproape și de zăcăminte de gaze naturale, dar și de Dunăre pentru apa de răcire.

Centrala va cuprinde un bloc constînd dintr-un cazan Benson putînd arde cărbune, păcură și gaze și un grup turbogenerator cu supraîncălzire intermediară de 70—77 MW. Pe lîngă acest bloc se vor monta două turbine cu gaze de cîte 25 MW și un cazan recuperator care va alimenta cu abur încă un grup, tot de 25 MW.

Turbinele cu gaze urmează a intra în funcțiune în 1959, cazanul recuperator în 1960, iar în 1961, blocul de 70—77 MW. Producția anuală a centralei va fi de 600—750 GWh. *i.s.*

Instalație cu ciclu combinat gaze-abur *BWK* vol. 10 (1938) nr. 10, pag. 499

621.311.22 :621.438

În Georgia (S.U.A.) este în curs de realizare o instalație cu ciclu combinat gaze — abur, cu o putere totală de 17,5 MW.

Gazele evacuate dintr-o turbină de gaze sînt introduse cu 450°C într-un cazan recuperator în care produc abur supraîncălzit la 440°C, care este apoi destins într-o turbină cu abur. În condiții normale, turbina cu abur produce 71,5% din puterea electrică totală. Cînd turbina cu gaze nu este în exploatare, cazanul de abur poate funcționa cu ardere directă cu praf de cărbune. *i.s.*

Stabilirea normelor de consum de energie în sectorul minier. V. Peer *Energetika* (CSR), vol. 8 (1958), nr. 4, pag. 139—143, 9 diagrame; Bibliografie: C. Lipca, V. Peer, M. Konicikova, S. Kornicikii, V. Gofman.

621.311 : 658.516.3

Articolul descrie metodologia stabilirii normelor de consum de energie în sectorul minier, în funcţie de volumul extracţiei, de consumul de aer în unitate de timp, precum şi de numărul utilajelor utilizate la extracţie. Normele sînt complexe şi diferenţiale, consumurile unei unităţi mari stabilindu-se pe baza indicilor specifici fiecărei subunităţi în parte.

Felul cum se pot îndeplini aceste norme este exemplificat în cazul a două unităţi identice.

Se indică, de asemenea, factorii ce influenţează consumul de energie de toate tipurile, precum şi metodele de evaluare a economiilor realizate sau realizabile. Interdependenţa acestor factori este confirmată de articol prin prelucrarea exemplificatoare, pe baza a nouă grafice, a producţiei a unei unităţi miniere reale.

Ca exemplu, autorul indică repartiţia consumului de energie electrică produsă în uzinele bazinului carbonifer din Ostrava, după cum urmează:

— compresoare 50—60%;
— ventilaţie şi pompare 15—25%;
— agregate de extracţie 10—15%;
— iluminatul galeriilor 8—10%;
— ateliere de reparaţii 4—7%;
— servicii auxiliare 1—3%.

Ministerul energiei şi combustibilului din CSR stabileşte pentru uzinele sale norme de consum pentru combustibil, căldură, abur şi aer comprimat. Departamentul combustibilului urmăreşte în prezent, în baza acestor norme, 96% din consumul total de energie aferent unităţilor sale.

a.l.

Termoenergetica

Turbina de 100 MW fabricată în C.S.R. Juza J.: *wnergetika*, nr. *9* (1958), pag. 360—400

621.165

Uzinele „V. I. Lenin" din Plzen, au început fabricarea în serie a turbinelor cu abur de 100 MW în condensaţie. Parametrii aburului la intrarea î nturbină sînt: 135 ata şi 555°C.

Presiunea în condensator este 0,039 ata şi temperatura apei, după ciclul regenerativ, 226°C.

La regimul economic de funcţionare de 90 MW, consumul specific de căldură este de 2 020 kcal/kWh (cu 11,7% mai scăzut decît al turbinelor de 50 MW, de aceiaşi parametrii, care este de 2 245 kcal/kWh).

Turbina este construită în trei corpuri coaxiale (ultimul fiind în dublu flux) şi are şapte prize nereglabile.

Dimensiunile minime ale spaţiului rezervat turbinei în centrală sînt: 30 m lăţime, 37,5 m lungime şi 28 m înălţime. Faţă de turbina de 250 MW, al cărui prototip este executat şi care necesită un spaţiu de 30 m lăţime, 60 m lungime şi 25 m înălţime, turbina de 100 MW ocupă cu 37,5% mai puţin.

C. W

Modificarea instalaţiei de separaţie din tamburul cazanului T.P. 230 B. K. Pereţ *Electriceschie Stanţii* nr. 7 (1959), pag. 79—80, 2 fig.

621-183

Începînd din anul 1956, cazanele de 170 t/h şi 230 t/h, construite de fabrica Taganrog, au fost echipate cu dispozitive de spălare a aburului prin apa de alimentare. Rezultatele obţinute în exploatare au fost nesatisfăcătoare:

— conţinutul limită de 0,2 mg/l de săruri antrenate de abur putea să fie respectat numai pînă la sarcini de ordinul 150—170 t/h;

— la creşterea sarcinii pînă la 190 t/h, temperatura de supraîncălzire scădea brusc (din cauza antrenării de apă) de la 510°C la 410°C, iar conţinutul de sare creştea pînă la 10 mg/l.

Mărind procentul de purjă continuă, aceste neajunsuri nu se atenuau, ci din contră se agravau.

După modificare, ale cărei detalii sînt arătate în două figuri s-au făcut încercări termochimice la sarcini 180—250 t/h cu salinitatea apei din cazan variind între 300 şi 800 mg/l în compartimentul curat şi între 1 500 şi 5 000 mg/l.

Rezultatele încercărilor în privinţa calităţii aburului au fost următoarele:

— la creşterea nivelului între — 60 mm şi 0, salinitatea aburului a variat între 0,07—0,2 mg/l.;

— la nivel ridicat peste cel normal, variind între +5 şi +10 mm şi suprasarcină pînă la 240 t/h, s-au observat oarecare înrăutăţiri a calităţii aburului, fără scăderea supraîncălzirii;

— creşterea salinităţii pînă la valorile 500 mg/l în compartimentul curat, respectiv 5 000 mg/l în compartimentul salin, nu are influenţă însemnată asupra calităţii aburului;

— ridicarea nivelului influenţează sensibil calitatea aburului.

Pe baza acestor încercări şi a rezultatelor de exploatare, s-a hotărît ca exploatarea acestor cazane să se facă la nivelul normal de —40 mm, cu variaţii extreme între —80 şi 0 mm.

c.d.

Cîteva păreri de încercare a arderii gazelor la cazane Avdeeva: *Teploenerghetica* nr. 6 (1958), pag. 21—30, 6 tabele. 10 figuri, 3 ref. bibl.

621.182 : 662.76

Pe baza rezultatelor obţinute la încercările făcute la 6 cazane, se apreciază calităţile de ardere a două tipuri de arzătoare: centrale şi periferice.

Echipat iniţial cu arzătoare centrale, un cazan de 150 t/h funcţiona nesatisfăcător; flacăra prea lungă, pierderi mari la coş şi prin nearse chimice; după înlocuirea cu arzătoare periferice, arderea s-a ameliorat, fără să fie totuşi perfectă, rezultatele fiind: la un coeficient de exces de aer de 1,1—1,2 (măsurat după supraîncălzitor), pierderile de căldură prin nearse chimice s-au redus la 0,3—10%, La o funcţionare cu suprasarcină de 173 t/h şi cu exces de aer de 1,12 (după supraîncălzitor), flacăra era semiluminoasă, umplea bine camera de ardere fără să mai ajungă la supraîncălzitor şi pierderile prin nearse scăzuseră la 0,33% Raportul energiilor cinetice a celor două fluide: aer şi gaz la această încercare era de 0,07, deci relativ apropiate de cel optim 0,1.

Din încercările făcute la un cazan de 230 t/h rezultă că se pot obţine rezultate satisfăcătoare şi cu arzătoare centrale prin dimensionarea acestora cu un raport foarte mare (de ordinul 1,25) al energiilor cinetice ale celor două fluide aer-gaze. La un coeficient de exces de aer de 1,10—1,11 (măsurat după supraîncălzitor), pierderile prin nearse chimic se ridică la circa 1%, flacăra este luminoasă, centrul flacării este la nivelul arzătoarelor şi focarul lucrează stabil.

Rezultate proaste s-au obţinut cu arzătoare avînd ambrazura dreptunghiulară îngustă şi înaltă cu cîte un colector de gaze în fiecare parte; amestecul gaze—aer făcîndu-se imperfect, flacăra era lungă, procentul de pierderi prin nearse chimic, mare. Explicaţia este: viteza gazelor prea mică, raportul energiilor cinetice este mare (de ordinul 0,3 în loc de 0,1) şi deci amestecul prost.

Se conchide că din încercările făcute nu se pot trage concluzii definitive asupra diferitelor tipuri şi că trebuie continuată studierea influenţei raportului energiilor cinetice asupra calităţii arzătoarelor.

c.d.

Pornirea turbine'or cu abur Horst Haas şi Werner Trassl: *Siemens Z.* nr. 9 (1958), pag. 665—673, 1 tab., 13 fig., 9 ref. bibl.

621.165.004.13

În ultima vreme, constructorii de turbine s-au văzut nevoiţi să revadă instrucţiunile de pornire şi de încărcare a turbinelor pentru a ţine seama de dorinţa exploatărilor de a se scurta timpul de pornire şi de încărcare şi, în acelaşi timp, pentru a evita avariile şi deformările constatate cu ocazia reviziilor şi care nu puteau fi explicate prin solicitările din exploatarea normală, singura explicaţie plauzibilă rămînînd numai pornirea şi încărcarea efectuate defectuos.

Măsurătorile exacte făcute la cîteva instalaţii au condus la următoarele concluzii asupra proceselor ce au loc în timpul pornirii şi încărcării:

1. Reducerea jocurilor radiale rezultă din diferenţa dilatării rotorului şi statorului, precum şi din deformarea carcasei şi axului;

2. Influența deformării carcasei este cea mai importantă și cea mai greu de stăpînit;

3. Răcirea mai intensă a jumătății inferioare se explică atît prin faptul că această parte este supusă influenței temperaturii mai scăzute a subsolului sălii mașinilor, cît și prin posibilitățile de răcire mai ample prin diferite ștuțuri, drenaje, racorduri la prize etc.

Prin folosirea unei bune izolații, diferența de temperatură poate fi mult micșorată.

4. Simultan cu răcirea către exterior are loc și o răcire către interior prin radiație către ax (care cedează căldura uleiului în lagăre) dar mai ales prin pătrundere de aer rece pe la labirinți, care prin convecție transportă căldura de la jumătatea inferioară la cea superioară.

5. Diferența de temperatură între cele două jumătăți poate fi atenuată prin „ventilație" învîrtind rotorul cu virorul la viteza mărită, de ordinul 30 t/min — 100 t/min.

6. Încălzirea electrică sau cu abur a jumătății inferioare rezolvă problema, dar necesită o supraveghere atentă și comportă riscul deformării în sens invers.

7. Deformarea carcasei rezultată din deschiderea succesivă a grupelor de ajutaje nu poate fi combătută decît prin măsuri constructive: de realizare a unor carcase insensibile la deformări.

8. La carcasele din două jumătăți îmbinate prin flanșe, din efectul decalajului de încălzire între interiorul și exetriorul carcasei, combinat cu acela dintre interiorul și exteriorul flanșelor, apar deformări care, repetate, duc la deformări permanente ale carcasei și flanșelor cu riscul de atingere la palete.

Se arată apoi efectele încălzirii speciale a flanșelor și a butoanelor.

În a doua parte a articolului, în care se examinează tensiunile termice, se arată variația cu temperatura a coeficientului de dilatare și de conductibilitate pentru oțelurile austenitice și feritice și se trage concluzia că la același regim termic, solicitările termice sînt cu circa 60% mai mari la oțelurile austenitice, din care cauză folosirea lor trebuie limitată numai acolo unde este neapărat necesar.

Stabilirea coeficientului de transmitere a căldurii de la abur la metal în faza de pornire și de încărcare fiind laborioasă și nesigură, se dă o curbă a coeficientului în funcție de sarcina mașinii și apoi tot grafic se arată solicitarea într-o carcasă de oțel feritic de 80 mm grosime în cazul unei creșteri bruște a temperaturii de la 400°C la 500°C. Pentru stabilirea modului de pornire cel mai rațional, este nevoie să se cunoască curbele de destindere ale aburului. Încercările de pornire și de încărcare și concluzii se vor publica într-un număr viitor.

c.d.

Dezvoltarea termoficării în Ucraina Iacușa G. B. *): *Electriceschie Stanții.* nr. 6/1958, pag. 5

697.34

Perioada de încălzire în orașele Ucrainei este de 130—178 zile, iar temperaturile de calcul exterioare de —16 pînă la —23°C. Calculele au arătat că economicitatea termoficării a circa 45 orașe, cîte vor fi termoficate pînă în 1965, va fi egală cu cea pentru Moscova. Caracteristicile orașelor economic termoficabile sînt:

— numărul de locuitori 35 000—1 080 000 locuitori
— sarcina termică 18—2 260 Geal/h;
— suprafața clădirilor cu un volum unitar mai mare de 3 000 m³ 144—8 180m².

Actualmente au termoficare 8 orașe ale Ucrainei cu o sarcină termică de la 10 Gcal/h la 1 000 Gcal/h (Kiev, Odesa, Harcov, Dnepropetrovsk, Zaporoje etc). În viitorii ani se vor instala și turbine cu gaze la CET Harkov nr. 3, CET Kiev nr. 2 și la altele. Se vor termofica sau sînt în curs de termoficare orașele Krivoi Rog, Jdanov, Viniția, Nicolaev, Makeevka, Kirovograd și altele.

*) Din articolul „Direcțiile principale ale dezvoltării electrificării R.S.S. Ucraina pe perioada 1959—1965"

În CET se vor instala turbine de puteri diferite și anume:

de 1,5	MW	6 bucăți avînd o putere totală de	9	MW
2,5	MW	8 bucăți avînd o putere totală de	20	MW
6	MW	27 bucăți avînd o putere totală de	162	MW
12	MW	2 bucăți avînd o putere totală de	24	MW
25	MW	5 bucăți avînd o putere totală de	125	MW
38	MW	2 bucăți avînd o putere totală de	76	MW
50	MW	7 bucăți avînd o putere totală de	350	MW
100	MW	2 bucăți avînd o putere totală de	200	MW
Total 59 bucăți			966	MW

g.c.

Stații de pompare intermediare acționate cu turbine cu gaze în conducta de petrol transarabică Nibley P.P. și Hillmann A. Y. Jr. — *El. Eng.* vol (1958) nr. 2, pag. 158—162, 12 fig.

621.438:621.6

O conductă de petrol de 30/31" (762 mm) diametru transportă petrol brut de la Qaisumah (Arabia Saudită) la Sidon (Liban). Conducta are o lungime de 1 240 km și o capacitate de transport de circa 50 000 t/zi. Conducta are patru stații de pompare acționate cu motoare Diesel așezate la o distanță de circa 250 km; între ele, fiecare stație fiind o așezare de 80—250 oameni izolată în plin deșert.

Ulterior, capacitatea conductei a fost sporită la circa 65 000 t/zi prin montarea de stații intermediare de pompare între fiecare pereche dintre cele existente. Datorită costului excesiv pe care l-ar fi reprezentat construcția grupului social necesar, s-a recurs la soluția unor stații intermediare fără nici un fel de personal, comandate de la stațiile vecine (100—150 km).

Stațiile intermediare au o putere de 5 000 CP, constînd dintr-o pompă unică, acționată direct la o turație de 5 200 t/m, de o turbină cu gaze consumînd petrol brut din conductă. Unitatea de pompare este prefabricată și transportată ca atare la fața locului. O unitate de rezervă mică pentru cinci stații poate fi dusă la amplasamentul dorit pentru a schimba unitatea ce ar trebui reparată la atelier. Investiția totală pentru aceste cinci stații fără personal, plus unitatea de rezervă, a fost de 21 milioane dolari, considerabil inferioară cheltuielilor ce ar fi fost necesare pentru stații cu personal, așa cum au fost cele patru instalate inițial.

Unitatea turbină-pompă este montată într-o cabină metalică (structura de oțel și panouri de aluminiu) de 16×4,5×5,5 m. Între pompă și turbină este un perete despărțitor ignifugat. Camera pompei este menținută la o ușoară depresiune, în timp ce camera turbinei la o ușoară suprapresiune.

Turbina se pornește cu un motor Diesel auxiliar de 200 CP, care se decuplează automat după ce turbina a demarat. Pompa este o unitate foarte compactă, cîntărind 0,4 kg/CP. Turbina antrenează un generator de curent alternativ de 125 kVA, care furnizează toată energia electrică necesară cînd turbina e în funcțiune.

O baterie de 800 Ah 125 V Ni-Cd furnizează energie în două scopuri: a) alimentarea ondulorului de frecvență constantă pentru instalația de radiocomunicații, b) alimentarea motoarelor de pornire și a celor de siguranță înainte de pornirea turbinei sau la oprirea acesteia.

Un mic grup motor Diesel-generator de 30 kW alimentează iluminatul și serviciile generale, inclusiv încărcarea bateriei cînd turbina cu gaze e oprită. Dacă acest grup este și el în stare de nefuncționare, bateria încărcată permite trei porniri și trei opriri complete ale turbinei cu gaze.

Telecomanda are loc în felul următor: la primirea semnalului trimis de la stația cu personal, stația telecomandată trimite înapoi o teleconfirmare, apoi se execută comanda, după care confirmă și efectuarea propriu-zisă. Patru mărimi sînt telemăsurate în mod continuu și înregistrate la stația de unde se face comanda. Echipamentul de radio are două canale. Instalația de semnalizare și avertizare este împărțită în trei categorii, în funcție de gravitatea incidentului de semnalat. Greutatea întregii cabine montate gata este de 125 t și a fost transportată în deșert cu trailer tras de camion. Experiența de exploatare de pînă în prezent este bună, deși

este prea scurtă (cîteva mii de ore de funcţionare) pentru a se putea trage concluzii întemeiate.

a.c.m.

Electroenergetica

Unele probleme ale dezvoltării şi exploatării reţelelor electrice E. F. Ioffe, *Electriceschie Stanţii*, 29 (1958) nr. 8, pag. 51—53, 3 fig.

621.316.15.004.2/64

Articolul publicat pentru discuţie ridică probleme legate de unele hotărîri din 1955—1957 ale Ministerului centralelor electrice din U.R.S.S. privind acţiunea de reducere a costului obiectivelor energetice.

Autorul tratează în special cazul staţiilor de pe derivaţii din liniile de înaltă tensiune, arătînd că în sistemul regional Gorki există de 20 de ani staţii care funcţionează bine pe acest sistem.

Se arată eficacitatea folosirii reanclanşării automate rapide tri - şi monofazate în aceste cazuri, precum şi felul operaţiilor necesare în cazul cînd nu există automatizări. Autorul relevă experienţele care se fac cu indicatorul magnetic ŢNIEL care dă posibilitatea găsirii cu uşurinţă a fazei defecte. De asemenea, se arată că folosirea separatoarelor de scurtcircuitare face posibilă eliminarea întreruptoarelor pe partea de înaltă tensiune a transformatoarelor.

Autorul relevă un aspect foarte important al problemei introducerii schemelor simplificate, şi anume faptul că o serie de instrucţiuni şi în special „Instrucţiunile de urmărire şi clasificare a avariilor" fac ca personalul din exploatare să accepte cu greu scheme mai simple. Se recomandă revizuirea prescripţiilor şi instrucţiunilor în vigoare, în sensul diferenţierii avariilor şi limitărilor în funcţie de categoria consumatorului, a schemei de alimentare, a cantităţii de energie nelivrată şi a cauzelor deranjamentului.

Problema este de mare importanţă şi pentru ţara noastră, deoarece şi la noi se constată o rezistenţă din partea exploatării la introducerea schemelor simplificate.

E 1077 *d.m.*

Încercări preventive sub sarcină în reţelele de cabluri 6 — 10 kV . G. M. Salt *Electriceschie Stanţii*, 29 (1958) nr. 8, pag. 66—70, 2 fig., 2 tab.

621.315.2:621.317.333.1

Articolul este publicat cu o recomandare din partea redacţiei care consideră problema foarte importantă şi propune un schimb de experienţă cît mai larg.

După ce se trec în revistă dezavantajele principale ale metodelor folosite în prezent în reţelele de cabluri, dintre care se relevă costul ridicat al încercărilor şi numărul mare de manevre necesar pentru separarea cablului supus încercării (peste 70% din manevrele din reţelele de cabluri sînt efectuate pentru încercări), se arată că majoritatea defectelor în cabluri este precedată de o punere la pămînt trecătoare. Pe baza unor date statistice, se arată că de la apariţia punerii la pămînt trecătoare şi pînă la străpungerea cablului, trece un timp care variază de la 10 minute pînă la 10 zile pentru cazurile analizate.

Autorul propune reluarea ideii expuse în 1936 de H. Neugebauer, în legătură cu folosirea unui releu de fixare a zonei în care s-a produs punerea la pămînt trecătoare.

În continuare se expune metoda propusă de a realiza încercările preventive în reţeaua sub sarcină, metodă experimentală în întreaga reţea de cabluri a oraşului Odesa, precum şi la 1 000 de cabluri din reţeaua Moscovei şi în alte oraşe.

Metoda constă în a separa o porţiune de reţea de cabluri pe care se aplică prin neutrul unui transformator tensiune continuă de la o instalaţie de redresare cu kenotron (ridicarea artificială a potenţialului punctului neutru).

În timpul încercării, în cazul cînd există pe porţiunea respectivă transformatoare de tensiune, acestea se izolează (se desface legătura de punere la pămînt sau se deconectează de la bare). De asemenea, bobinele de stingere se izolează de la pămînt prin intermediul unui întreruptor. În cazul cînd un cablu este străpuns, în cele mai multe cazuri apare simplă punerea la pămînt. În acest caz se închide întreruptorul bobinei şi se separă cablul străpuns. În timpul încercării, personalul de intervenţie este avertizat şi se află în diverse puncte ale reţelei pentru a lichida întreruperea, în cazul cînd ar apărea dublă punere la pămînt sau scurtcircuit. Operaţia se execută în orele de minim de sarcină şi cu consumatorii preveniţi.

Prin această metodă se micşorează mult numărul de manevre, se economiseşte timp în executarea încercărilor (se încearcă simultan un număr mare de cabluri) şi scade costul încercărilor preventive.

d. m.

Comportarea la supratensiuni atmosferice a liniilor de transport de 138 kV cu dublu circuit. Caswell R. W., Koncell E. F. Jr.; Johnson I. B. şi Scultz N. R. *El. Eng.* vol. 77 (1958), nr. 2, pag. 142—148, 12 fig., 1 tab., 6 ref. bibl.

621.316.13:621.317.31:621.3.015.3

Pînă în anul 1954, majoritatea liniilor de 138 kV cu dublu circuit erau proiectate cu două conductoare de protecţie. În general, cînd se monta doar un singur circuit, se monta pe o singură parte a stîlpului, instalîndu-se de asemenea unul singur dintre conductoarele de protecţie, şi anume cel de deasupra circuitului montat. În 1954 s-au dat în exploatare linii de 138 kV cu dublu circuit proiectate şi folosind conductor de protecţie unic. Prevederile bazate pe calcul şi experienţa trecutului erau că la noile linii se va realiza un indice de două declanşări pe 100 mile şi an, indicele isokeraunic al regiunii fiind cuprins între 40 şi 45.

Într-adevăr, pentru liniile cu două conductoare de protecţie proiectate şi montate, s-a realizat o medie de 1,24 declanşări pe 100 mile şi an şi la cele cu două conductoare de protecţie proiectate, dar unul singur montat, 2,11 declanşări pe 100 mile şi an, în intervalul 1927—1954.

Rezultatele obţinute însă cu noul tip de stîlpi au fost cu totul nesatisfăcătoare, producîndu-se 11,44 declanşări pe 100 mile şi an în perioada 1954—1957. Ca urmare a acestei situaţii, au fost efectuate cercetări spre a studia comportarea la curenţi de impulsie a stîlpilor acestor linii.

S-a construit un stîlp special de experienţă, care a fost ridicat şi izolat faţă de pămînt, legătura de pămînt putîndu-se astfel realiza sau întrerupe după voie. Unele încercări au fost făcute chiar la baza stîlpului, altele la circa 30 m de baza stîlpului într-o direcţie perpendiculară pe axul liniei şi altele la circa 60 m de stîlp, pe axul liniei. Încercările au fost efectuate cu un analizator tranzitoriu, adică un generator de impulsii în miniatură. Înainte de aceste încercări, s-a măsurat capacitatea faţă de pămînt a stîlpului, obţinîndu-se 1 250 pF la 1 000 Hz valoare în concordanţă cu cea antecalculată.

Rezultatele oscilografice ale încercărilor au arătat efectul existenţei nici unuia, unuia sau a două conductoare de protecţie. Impedanţele caracteristice determinate au fost de: a) 1 conductor de protecţie — 520 Ω; b) 2 conductoare de protecţie — 288Ω; c) stîlpul izolat — 165 pînă la 108Ω şi d) stîlpul legat la pămînt — 165 pînă la 50Ω.

În ce priveşte viteza de propagare a undei de impulsie în stîlp, rezultatele măsurătorilor au indicat 276 000 km/s pentru stîlpul legat la pămînt şi 317 000 km/s, pentru stîlpul izolat.

a.c.m

Utilizarea calculatoarelor numerice la studiul reţelelor de distribuţie D. N. Reps: *Electr. Eng.*, vol. 77 (1958), nr. 8, pag. 708—713, 4 fig., 4 tab.

621.316.11.001.24

Articolul tratează folosirea calculatoarelor electronice numerice pentru rezolvarea unor probleme ridicate de sistemele de distribuţie a energiei electrice. Progresele tehnologice realizate în domeniul acestor maşini de calculat au permis să se reducă timpul necesar pentru rezolvarea unei probleme tip de la 100 ore cît era necesar pînă în anul 1950 cu o maşină de calculat electrică obişnuită (sau cu riglă de calcul), la 36 secunde cu maşina IBM 704, realizată în anul 1956. Acesta este însă doar timpul necesar maşinii pentru a efectua calculul. De fapt, fazele pregătitoare efectuării calculului sînt dificile şi răpesc timp, aşa că nu este concludentă reducerea spectaculoasă a timpului, arătată mai sus.

Operațiile pregătitoare sînt :

1. Formularea problemei și analiza inginerească, conducînd la o metodă de rezolvare.

2. Programarea instrucțiunilor ce trebuie date mașinii de calculat.

3. Codificarea acestor instrucțiuni într-un limbaj simbolic sau numeric, cu care mașina de calculat poate opera.

Aceste operații necesită în exemplul ales mai sus circa 400 ore. Dacă este vorba deci de un calcul care nu se repetă (cu alte cifre) mai mult decît de patru ori, este mai avantajoasă folosirea unei mașini de calculat electrice clasice.

Dacă este însă vorba de un calcul tip, care se repetă de 100 ori, de exemplu, acest calcul va necesita $100 \times 100 =$ $= 10\,000$ ore cu mașina clasică și doar $400 + 100 \frac{36}{3\,600} =$ $= 401$ ore, cînd este efectuat cu mașina electronică. În plus, mașina electronică permite să se treacă de la faza de calcul cea mai rudimentară verificarea performanțelor unui sistem dat — la treapta mai evoluată : a calculelor necesare pentru proiectarea unui sistem care să dea anumite performanțe dinainte stabilite — și în fine, la faza cea mai înaintată, aceea a „optimizării", adică a găsirii soluției optime din punct de vedere tehnico-economic. Este evident că ultima fază necesită calcule mult mai laborioase decît primele două și, astfel, în acest domeniu trebuie găsite cele mai utile întrebuințări ale calculatoarelor.

Pentru exemplificare, articolul tratează un caz concret, rezolvat pe ambele căi : cu mașina de calculat clasică (sau cu rigla) și cu calculatorul electronic.

a.c.m.

Montarea unei linii de transport de energie electrică cu ajutorul helicopterului *Electr. Eng.* vol. 77 (1958) nr. 5, pag. 468, 3 fig.

621.315.17 : 629.135

În ultimul timp sînt semnalate întrebuințări din ce în ce mai frecvente ale helicopterelor, nu numai în domeniul exploatării și întreținerii rețelelor electrice aeriene, ci chiar și în cel al construcției acestora. Astfel, un helicopter de tip Sikorski S — 58 a fost utilizat pentru efectuarea de operațiuni de precizie în terenuri muntoase dificile și anume : plantarea de stîlpi de lemn în linii de distribuție, turnarea fundațiilor de beton pentru stîlpi și montarea stîlpilor metalici din tronsoane. A fost chiar experimentată încărcarea cu helicopterul a unui stîlp metalic complet, transportarea lui peste numeroase obstacole de teren și plantarea lui în fundație la cîțiva kilometri distanță. O linie de transport de 66 kV a fost montată în întregime fără drumuri de acces într-o regiune muntoasă foarte accidentată. Echipele și utilajul au fost transportate în primul rînd pentru a pregăti terenul de montare a stîlpilor și a săpa gropile de fundație. Au fost apoi transportate betoniere cu cupe de 0,35 m³. Betonul necesar celor patru fundații ale unui stîlp a fost turnat în circa 20 minute. Această operație ar fi necesitat cu mijloace clasice o zi întreagă de lucru.

Pentru îmbinarea din aer a tronsoanelor de stîlpi metalici, au fost realizate piese speciale de îmbinare cu ghidaje, pentru a se facilita prinderea lor.

În alte locuri au fost montați stîlpii de lemn ai unor linii de distribuție de 16 kV, complet echipați cu traverse și izolatori, cu o productivitate de 20 stîlpi pe oră, în gropile dinainte pregătite. Distanța de transport a variat de la cîteva sute de metri la 20 km. Nu se dau indicații asupra modului cum s-au montat conductoarele.

a.c.m.

Hidroenergetica

Uzine hidroelectrice de maree, izvor de energie garantată L. B. Bernstein, *Ghidrotehniceskoe stroitelstvo*, 27 (1958) nr. 2 (februarie) pag. 17—26, fig. 8, ref. bibl. 9*).

621.311.21 : 621.483

În prima parte a articolului se face o trecere în revistă a principalelor amplasamente de pe glob, favorabile construirii de uzine hidroelectrice de maree. Analiza variației energiei medii anuale pe km², în funcție de amplitudinea medie a oscilațiilor, duce la concluzia că amplasamentul din Marea Albă (U.R.S.S.) este cel mai avantajos, energia specifică medie anuală fiind de peste 200 kWh/km², adică aproximativ 36 TWh anual, la o amplitudine medie a oscilațiilor de 5,65 m.

În continuare se tratează pe larg problema determinării capacității energetice a golfurilor și estuarelor cu fenomene de maree, recomandîndu-se o serie de relații utile. Analiza amplitudinilor mareelor este exemplificată prin graficul măsurătorilor efectuate în zonele favorabile din Marea Albă.

Avînd în vedere faptul că variațiile amplitudinilor mareelor, de la o lună la alta ca și de la un an la altul, sînt neînsemnate, studierea calitativă a fenomenului făcută pe baza coeficienților de variație C_v și asimetrie C_s a dus la valori practic nule ale acestor coeficienți.

Folosirea grupurilor axiale reversibile a permis introducerea pompării în anumite faze ale oscilațiilor, în așa fel că uzinele de maree pot fi folosite la acoperirea vîrfurilor de sarcină. Sînt analizate relațiile de calcul și metodele grafice recomandabile pentru determinarea producției de energie și a perioadelor optime pentru pompare în așa fel, încît producția de energie de vîrf în uzinele de maree să se facă în condiții cît mai economice. Importanța utilizării energiei mareelor în completarea deficitului balanței energetice, ca și în îmbunătățirea funcționării întregului sistem energetic, a fost relevată de autor încă din 1946 în lucrarea sa de disertație.

Autorul subliniază însemnătatea faptului că energia mareelor poate ajuta U.H.E. clasice în acoperirea vîrfurilor de sarcină în așa fel ca în graficul de perspectivă baza să rămînă în mod exclusiv CTE și CAE. Cele de mai sus se exemplifică prin încadrarea uzinelor de maree în graficul de perspectivă pe 1975.

Avînd în vedere rolul pe care îl va juca energia mareelor în dezvoltarea viitoare a energeticii sovietice în regiunile arctice, autorul consideră ca necesară efectuarea de studii amănunțite privind fenomenul fizico-geografic, probleme de fundații la baraje, tipuri de construcție etc. Construirea uzinelor propuse ar putea să înceapă în anii 1960—1965, realizarea lor cerînd însă o oarecare experiență în problemele particulare ce apar, experiență ce se va cîștiga prin construirea unor uzine mai mici.

s.p.

Reglajul puterii uzinelor hidroelectrice în perioada vînturilor Barkaki I. D., *Ghidrotehniceskoe stroitelstvo* 27 (1958) nr. 6, pag. 29—34.

621.311.21 : 621.3.072.8

Pentru a micșora influența descărcării debitelor de viitură în bieful aval al uzinelor hidroelectrice se utilizează diferite metode cum ar fi : ridicarea nivelului în bieful aval etc. Pentru acoperirea curbei de consum, este totuși indicată mărirea puterii în orele de vîrf, chiar dacă aceasta atrage după sine o micșorare a puterii în restul timpului.

În acest scop pare indicată o variație a debitelor deversate în aval, astfel încît în timpul orelor de vîrf viitura să fie acumulată, urmînd să fie descărcat în aval un debit mai mare în restul orelor.

Metoda de calcul a acestui mijloc de reglaj al puterii se bazează pe cunoașterea următoarelor date :

— dependența dintre capacitatea de înghițire a turbinelor și cădere :

— curba volumului lacului funcție de înălțime ;

— cheia limnimetrică aval.

În plus, se face ipoteza că $h_{net} = h_{brut}$.

În urma aplicării metodei de calcul la mai multe cazuri concrete, s-a putut stabili că :

1. Variația debitelor deversate poate fi utilizată ca mijloc de mărire a puterii debitate în orele de vîrf.

2. Se pot utiliza metode simplificate rapide de calcul de asigurare a puterii mărite pentru un interval de cîteva ore.

3. Este necesară o cunoaștere a curbei de consum a energosistemului la care va fi conectată uzina.

4. Mai este necesară elaborarea metodicii de calcul pentru cazuri complexe a mai multor uzine lucrînd în sistem.

a.f.

*) Articolul prezintă unele aspecte generale, respectiv în legătură cu situații din U.R.S.S., deosebit de interesante, ce nu erau cunoscute la întocmirea articolului „Utilizarea energiei mareelor" publicat în Energetica nr. 8, 1958

Amenajarea hidroelectrică Kariba Gibb A. *Water Power*, 10 (1958), 1, pag. 4—11; 2, 45—51

621.311.21

Uzina hidroelectrică Kariba pe rîul Zambezi în Rhodesia (la circa 500 km în aval de cascada Victoria) va avea o putere finală de 1 200 MW la 94,5 m cădere și o producție anuală de cel puțin 8 180 GWh.

Barajul va fi de tip în arc de 128 m înălțime deasupra fundației, cu 24,4 m grosime maximă și 580 m lungime la coronament. Volumul lacului de acumulare va fi de 160 miliarde m^3. Din volumul total al rîului, 84,5% va fi utilizat pentru producere de energie, 9,5% va fi pierdut prin evaporare și numai 6% va fi pierdut prin deversări.

Centrala va fi subterană, avînd 140 × 23 m^2 suprafață și 38 m înălțime. Amplasamentul ei pe malul drept va fi imediat în amonte de baraj; această soluție puțin obișnuită scurtează la maximum puțurile forțate. În prima fază vor fi instalate 6 turbine Francis de 140 000 CP, cuplate cu generatoare de 100 MW, cos $\varphi = 0{,}9$ cu răcire cu apă. Rotoarele de 380 t vor fi asamblate la locul de montaj.

În faza a doua se va construi o centrală identică pe malul stîng.

Costul energiei produse este de 0,869 *d* în 1961, cifra scăzînd pînă la 0,283 *d* în 1972 față de 0,8 *d* la uzinele termoelectrice din regiune.

a.f.

Energetica nucleară

Încercările la masa de probă a reactorului experimental VVR-S Lazukov N. A., Celnokov I. E., Ivanov V.I. *Atomnaia Energhia* (1958) nr. 7, pag. 44—51.

621.039

Se dau rezultatele încercărilor la masa de probă a reactorului nuclear experimental de tipul VVR-S ca stabilirea proprietăților și parametrilor neutrono-fizici. A fost stabilită masa critică, încărcarea maximă și nominală, capacitatea de compensare a barelor de reglare și securitate, variația temperaturii apei în zona activă ca și densitatea neutronilor pe raza și înălțimea reactorului.

De asemenea a fost stabilit timpul de epuizare a barelor din punctul de vedere al combustibilului.

g.c.

Siguranța pornirii reactorului de la puterea „zero" Dubovski B. G., *Atomnaia Energhia* nr. 4 (1958), pag. 365—366.

621.039

Se prezintă metoda de pornire fără pericol a reactorului de la puterea „zero" — prin putere „zero" se înțelege starea înainte de a se ajunge la starea critică — prin introducerea treptată a barelor în reactor. Acest lucru va permite și automatizarea pornirii.

g. c.

Despre ciclul dublu în schema cu reactor fierbător Arseniev I. D., *Atomnaia Energhia* nr. 4 (1958), pag. 367—370

621.039

În instalațiile cu reactoare heterogene fierbătoare, se poate folosi ciclul dublu, adică turbina de abur este alimentată atît cu abur de înaltă presiune, cît și cu abur de medie presiune obținut, ca produs secundar, din apa de circulație prin reactor. Acest abur se obține fie prin schimbător de căldură, fie prin expandoare de construcție specială.

În articol se compară două scheme, una cu schimbător de căldură și alta cu expandor sau așa-numit „autovaporizator".

Rezultatele arată că schema cu schimbător de căldură este mai complicată și are un randament mai scăzut decît cea cu autovaporizator.

g.c.

Unele probleme termice de proiectare la centralele atomoelectrice *St. Erdély Energietechnik* vol. 8 (1958) nr. 2, pag. 83—86, 5 fig

621.311.25 : 621.039

În general, construcția centralelor atomoelectrice poate fi dezvoltată de cei care lucrează în institutele de cercetări nucleare. Există totuși unele domenii în care această dezvoltare poate fi ajutată de experiența din centralele clasice.

În acest spirit autorul prezintă două studii, expunînd în primul o metodă de determinare grafică a presiunii aburului la intrarea în turbină în anumite condiții date, iar în al doilea o formulă pentru deducerea economicității intercalării unui economizor în circuitul termic al reactorului.

i.s.

Birou de proiectare pentru reactori nucleari în Berlinul de răsărit *Atomwirtschaft*, vol. 3 (1958) nr. 10, pag. 403.

621.039

În iunie 1958, a luat ființă prin dispoziția conducătorului Administrației pentru cercetarea și tehnica nucleară din R. D. Germană Institutul tehnico-științific pentru construcția reactoarelor, cu sediul în Berlinul de răsărit.

Oamenii de știință și inginerii grupați în noua unitate se vor ocupa cu proiectarea și dezvoltarea de reactori energetici, în primul rînd cu cei destinați centralei atomoelectrice, acum în curs de construcție.

i. s.

Aprobarea CAE Trawsfynyad. *Atomwirtschaft*, vol. 3 (1958) nr. 10, pag. 406

621.311.25 : 621.039

Ministerul Energiei din Anglia a aprobat în iulie 1958 construcția celei de-a cincea CAE a Administrației Centrale pentru producerea energiei electrice, ce urmează a fi amplasată la Trawsfynyad. Noua CAE proiectată cu doi reactori de tipul Calder-Hall, cu o putere electrică totală de 500 MW, va fi cuplată printr-o linie de 275 kV cu centrala hidroelectrică de pompare-acumulare de la Ffestiniog.

i. s.

(048) (05) (47)

Revistele tehnico-ştiinţifice sovietice de specialitate sînt traduse în limba engleză pentru inginerii electricieni din S.U.A.

La începutul anului 1958, din iniţiativa Institutului American al Inginerilor Electricieni (AIEE) a fost organizată pentru membrii acestei asociaţii traducerea integrală şi publicarea periodică a patru reviste sovietice dintre cele mai importante în domeniul electroenergeticii, telecomunicaţiilor şi electronicii, şi anume : „Electricestvo", „Radiotehnica i electronica", „Radiotehnica" şi „Electrosviaz".

Redăm mai jos textual comentariul acestui fapt, publicat în revista de specialitate „Electrical Engineering", organ al AIEE, în numărul 2 (vol. 77), pag. 173 :

„Activitatea ştiinţifică şi tehnică a atins un înalt nivel de dezvoltare în Uniunea Sovietică. O dată cu lansarea „sputniks"-urilor, în ultimele luni, interesul pentru cultura inginerească din U.R.S.S. şi realizările ştiinţifice din această ţară au sporit considerabil. În anumite domenii ale electrotehnicii, U.R.S.S. se află deja pe locul întîi. De exemplu, sovieticii sînt în fruntea cercetărilor pentru transportul de energie în curent continuu şi realizările legate de această problemă în domeniul construcţiei de redresoare şi onduloare, cum şi pentru reglarea acestora.

Dezvoltarea pe o scară largă a resurselor hidroenergetice implică progrese corespunzătoare în construcţia generatoarelor şi a sistemelor energetice. Contribuţii însemnate au fost făcute în teoria reglării automate şi în telemecanică, bazate în parte pe realizările mai vechi obţinute în U.R.S.S. în studiul sistemelor nelineare.

Se apreciază că peste 80% dintre oamenii de ştiinţă sovietici cunosc limba engleză, în timp ce mai puţin de 5% dintre oamenii de ştiinţă şi inginerii americani cunosc limba rusă. Acum, pentru prima dată se va putea obţine traducerea a patru reviste dintre cele mai importante".

a. e. m.

(063) 697.34 (47) 001.1

Consfătuirea unională în legătură cu problemele de perspectivă ale dezvoltării termoficării în U.R.S.S.

Asociaţia tehnico-ştiinţifică din Moscova — secţia energetică industrială şi secţia abur de înaltă presiune a Institutului Energetic al Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S.—a organizat o consfătuire cu caracter unional în legătură cu problema dezvoltării de perspectivă a termoficării din U.R.S.S. La această consfătuire, care a avut loc între 11—13 iulie 1958, au participat 240 de reprezentanţi din 16 oraşe, din partea organizaţiilor şi instituţiilor de proiectare, execuţie, cercetări şi studii, de învăţămînt superior, de la centrale de termoficare, GOSPLAN şi organizaţii ale Sfaturilor Populare. Au participat, de asemenea, şi energeticieni din R.P. Chineză şi R.P. Polonă. Obiectivele principale ale consfătuirii au fost : perspectiva termoficării în U.R.S.S. în etapa 1959—1965, eficacitatea termoficării, reducerea costului căldurii, introducerea CET cu turbine cu gaze, reducerea costului investiţiilor în CET şi reţelele termice etc.

Din expunerea ing. Dub B.I., din partea MCE, în care s-au relatat succesele termoficării în U.R.S.S. şi perspectivele acesteia, au rezultat următoarele cifre care oglindesc gigantice realizări din U.R.S.S. în acest domeniu :

— puterea CET	12 000 MW ;
— căldura livrată anual	190.10^6 Gcal
— gradul de utilizare a prizelor de termoficare	70%
— lungimea totală a reţelelor termice	1 400 km
— cantitatea de căldură pentru industrie acoperită de la CET	42%.
— idem, pentru scopuri urbane	10%.

În 1965, puterea CET va ajunge la 26 000 MW, care va permite acoperirea prin termoficare a 50% din consumul de căldură.

Doctorul în ştiinţe tehnice Copiev S.F., din partea Institutului de Energetică al Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S., a subliniat faptul că în U.R.S.S. termoficarea este considerată ca metoda de bază de alimentare cu căldură a oraşelor şi industriei.

În anumite oraşe, îndeosebi în cele vechi, se constată o rămînere în urmă a termoficării, datorită pe de o parte faptului că circa 70% din volumul clădit nu este dotat cu instalaţii de încălzire centrală şi, deci pregătirea consumatorilor este laborioasă, şi, pe de altă parte, reţelele termice se dezvoltă într-un ritm prea încet. În etapa actuală a dezvoltării energeticii, cînd se dezvoltă sistemele energetice, cînd cresc parametrii la centrale şi creşte cota de participare în energetică şi alte ramuri a gazului metan, a păcurii şi a altor combustibili mai ieftini are loc o tendinţă de reducere a economiei ce se poate obţine prin termoficare la capitolul „combustibil" şi o creştere relativă a diferenţei de investiţii în CET şi reţele termice faţă de sistemul cu alimentare separată de la CTE şi CT. În asemenea condiţii este necesară o metodică unică de calcule tehnico-economice, lipsa ei putînd conduce la alegerea de soluţii atît de termoficare, cît şi de producere separată de energie electrică şi căldură neeconomice.

La baza calculelor tehnico-economice întocmite de ENIN al Ac. St. U.R.S.S., stă metoda „termenelor de recuperare" a diferenţelor de investiţii în care se compară două scheme : alimentarea de la CET şi alimentarea de la CT de cartier, instalată în zona de acţiune a unui sistem energetic cu CTE foarte mari. În asemenea condiţii se poate să nu se ţină seama de investiţiile în reţelele termice, întrucît acestea nu diferă pentru debite termice cuprinse între 50—1 500 Gcal/h. Calculul se face pentru cazul optim de proiectare şi exploatare, la un coeficient de termoficare orar de 0,5, care pentru condiţiile din U.R.S.S. conduce la o durată de utilizare a prizelor turbinelor de termoficare de 4 500—6 000 ore. Vîrfurile se acoperă cu cazane de vîrf. Cazanele energetice la CET se instalează fără rezervă. Calculele ENIN au arătat că în ipoteza alegerii unor scheme raţionale, termoficarea este eficace chiar şi în ipoteza sistemelor energetice foarte mari şi a utilizării combustibililor ieftini. Termoficarea este eficace pentru CET de la 25—50 MW pentru scopuri urbane şi 3 MW pentru scopuri industriale, la un preţ al combustibilului de 25—35 ruble/t.c.c. Dacă preţul combustibilului este de 100—150 ruble/t.c.c., termoficarea începe să fie rentabilă de la CET de 12—25 MW. În cazul marilor CET se poate obţine economie absolută, atît la cheltuieli anuale cît şi la investiţii. Se subliniază că preţul gazelor sau păcurii economisite va trebui să intre în calcule, la valoarea combustibilului celui mai scump din zona economică a combustibilului. Se subliniază de asemenea şi importanţa unor serii de măsuri menite să mărească efectul economic al termoficării în gospodăria naţională ca : folosirea cazanelor de vîrf, creşterea puterilor unitare ale agregatelor de termoficare şi a CET, încălzirea apei de reţea în mai multe trepte, reducerea presiunilor la prize, folosirea turbinelor cu contrapresiune pe o scară mai largă etc.

Doctorul în ştiinţe economice Melentiev L.A., din partea Institutului de Economie Inginerească din Leningrad şi a Laboratorului ENIN al Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S. din Leningrad, a vorbit despre succesele termoficării în U.R.S.S. şi cauzele obţinerii unui efect economic încă redus

al acesteia. Dintre ultimele, cele mai importante sînt: rămînerea în urmă a construirii rețelelor termice, în timp ce investiția în CET este realizată, echipamente încă puțin economice, funcționarea CET pe grafice electrice etc.

În condițiile marilor sisteme energetice și descoperirilor de noi surse de combustibil ieftin, efectul termoficării scade și se cere găsirea unor căi optime de rezolvare a acestei probleme. Din dinamica creșterii consumului de căldură pentru industrii, rezultă că în 5 ani acesta se dezvoltă cu 50%, ceea ce impune termoficarea prin centrale industriale, lichidînd în același timp CT locale neeconomice.

În următorii 7 ani este necesară creșterea livrării de căldură de la CET pentru industrii cu peste 2,5 ori, în așa fel încît în 1965 să se ajungă la 400—500.10^6 Gcal/an. În același timp, creșterea livrării de căldură pentru sectorul urban trebuie să fie mai mare de 3 ori pentru a putea cuprinde în 1965 40% din consumul de căldură al clădirilor cu calorifer, adică 40— — 50.10^6 Gcal/an, ceea ce reprezintă circa 10% din debitul de căldură al CET.

Creșterea treptată a fondului de încălzit al orașelor pe de o parte și efortul mare cerut în acest interval de conductele pentru termoficare, pe de altă parte, conduc la concluzia că în anumite cazuri în etapa actuală a dezvoltării energeticii nu se pot recomanda soluții unice pentru toată țara, iar acolo unde există gaze naturale poate fi oportună construirea de CT de cuartal sau cartier.

În calculele de stabilire a economicității termoficării sau a altui sistem de alimentare cu căldură și energie electrică trebuie să se țină seama de următoarele două elemente:

1. Într-un interval foarte larg al consumului de căldură cheltuielile de comparație între alimentarea cu energie în mod combinat și separat nu diferă mai mult de 5%. De aceea, trebuie distinse trei zone ale sarcinilor termice: cu termoficare neeconomică, economice atît termoficarea cît și sistemul de producere separată de energie și a treia — numai termoficarea economică. Ca regulă, în zona a doua se recomandă construcția CET.

2. „Sarcina termică critică", adică acea sarcină termică minimă de la care începe să devină rentabilă termoficarea și alimentarea separată cu energie este mult mai mică decît „sarcina termică critică pentru încălzire". De aceea, este avantajos să se construiască CET mai mici chiar în zonele cu combustibil ieftin, în paralel cu puternice CET.

Despre direcțiile principale în reducerea costului rețelelor termice și CET a vorbit ing. A.A. Nicolaev (TEP). Cele mai importante dintre acestea sînt:

1. Mărirea puterii CET cu agregate la 50 și 100 MW!

2. Puterea și numărul cazanelor să se aleagă fără rezervă. Pentru vîrful sarcinii termice să se instaleze cazane de vîr. de apă de 50—200 Gcal/h, care să funcționeze cu păcură.

3. Găsirea unor metode raționale de proiectare și construcție a CET, care să permită reducerea costului 1 kW instalat pînă la 1 100—1 500 ruble/kW, ca: industrializarea lucrărilor, alegerea unor scheme raționale de alimentare cu căldură etc.

Doctorul în științe tehnice Lofkin A. I. ((TKTI) a subliniat faptul că odată cu mărirea cotei de participare a gazelor naturale în balanță de combustibil energetic, se permite trecerea în anumite cazuri la CET cu ciclu abur-gaze, ceea ce permite producerea pe bază de termoficare cu 30—50% mai multă energie electrică.

La discutarea tezelor conferinței au participat peste 30 de vorbitori care au subliniat necesitatea unor metode unice pentru proiectarea și judecarea soluțiilor de termoficare și au considerat justă metoda expusă de Copiev S. F.

Conferința a aprobat propunerea GOSPLAN-ului de a se ajunge în 1965 la o creștere a livrării de căldură anuală pînă la 400—500.10^6 Gcal. Se recomandă construcția de CET începînd cu un debit termic de peste 25—30 Gcal/h la un cost al combustibilului de 25—30 ruble/t și de la 12—15 Gcal/h la un cost de 100—150 ruble/t.

Este indicat să se construiască CET la o durată de utilizare a prizelor de 4 500—5 500 h/an pentru debite de 100—200 Gcal/h la un preț de cost al combustibilului de 25—35 ruble/t. c. c. și 50—100 Gcal/h la un preț de 100—150 ruble/t. c. c. Aceste valori trebuie însă verificate pentru fiecare caz concret în parte.

Conferința s-a adresat GOSPLAN-ului și Comitetelor executive ale Sfaturilor Populare pentru ca în cadrul planurilor de perspectivă a dezvoltării orașelor și industriei, să se întocmească din timp și planurile de perspectivă pentru alimentarea cu căldură, energie electrică, gaze etc.

Se recomandă ca în 1959 să se țină o conferință în legătură cu termoficarea industrială, sistemele de încălzire și racordarea acestora la rețelele termice.

Ing. **Gh. Colț**

Bibliografie

Leontieva T. K. și Monastîrscaia A. P.,: Teploenergetica nr. 11/1958, pag. 90—92.

---

(063) 621.311.22.005 (47)

Conferință în legătură cu noile tipuri de echipamente pentru centrale termoelectrice la parametrii supracritici ai aburului în U.R.S.S.

La Institutul de Energetică al Academiei de Științe a U.R.S.S., a avut loc între 14 și 16 mai 1958 o conferință în legătură cu noile tipuri de echipamente pentru centrale termoelectrice la parametrii supractici ai aburului, la care au participat peste 150 de reprezentanți ai diferitelor întreprinderi de proiectare, construcție energetică, Gosplan, MCE etc.

Din partea MCE, ing. *Motocanov S. I.* a expus *„Perspectivele folosirii de blocuri puternice la parametrii supracritici ai aburului în următorii ani, de puteri unitare de* 200,300 *și* 600 MW, *în cadrul planului general de interconexiune a sistemelor energetice — Partea Europeană a U.R.S.S. cu Siberia Apuseană".*

Candidatul în științe tehnice *Oivin N. L.*, din partea TEP, a arătat elementele principale ale sarcinelor de proiectare pentru echipamentele energetice la parametrii aburului de 240 ata și 580°C pentru blocuri cu puteri unitare de 300, 600 MW și turbine în contrapresiune de 50 MW. Turbinele de 300 MW se recomandă să se construiască cu un singur ax la 3 000 rot/min, iar turbina de 600 MW cu două axe la 3 000 și 1 500 rot/min, precum și o variantă cu aceeași turație pentru ambele axe. Se pune de asemenea, problema creării unei turbine de 400 MW cu un singur ax. Pentru turbinele de 300 și 600 MW vor fi concepute cazane de abur cu trecere forțată de 950—1 900 t/h, iar pentru turbine cu contrapresiune SVR—50, cazane de 500 t/h. Asemenea cazane vor fi construite pentru toate tipurile de combustibili umezi, vor avea uscarea și prepararea acestuia centralizată. Se vor construi pompe de alimentare de 2 250 și 1 130 t/h, pentru care se vor concepe turbine de abur cu turație mare de puteri de 12 și 24 MW. Asemenea blocuri mari la parametrii aburului de 240 ata și 580°C măresc economicitatea CTE cu 4% în comparație cu cele la 130 ata și 565°C, însă costul unui kilowat instalat crește cu 40 ruble. La un preț al combustibilului de peste 50 ruble/t combustibili convenționali, cifrele de mai sus justifică oportunitatea construirii de CTE foarte mari la parametri supracritici. Consumul specific de căldură pentru turbinele SVK-300 și SVK-600 va fi de 1 810—1 830 kcal/kWh.

Următoarea treaptă de parametri ai aburului după 240 ata și 565°C este 30 ata și 650°C. Din proiectele TEP rezultă că economia de combustibil a unor blocuri de 300 MW, la asemenea parametri este de 11,5%, în comparație cu 130 ata și 565°C și 200 MW.

Continuarea creșterii parametrilor aburului la 400 ata și 700°C conduc la o economie de căldură de numai 1,6%, din

care cauză, la nivelul actual al tehnicii, parametrii energetici maximi se consideră 300 ata și 650°C. Parametrii mai mari vor fi folosiți numai în scopuri de cercetări științifice.

Cand. în științe tehnice *Studenski V. P.*, de la TEP a expus elementele principale din „*Sarcina de proiectare a CTE de* 2 400 MW", care a fost întocmit în mai multe variante cu turbine de tipurile SKK-300 SKK-600 la 300 ata și 650/565/ /565°C și SVK-600 la 240 ata și 580/565°C. Drept combustibil s-a preconizat folosirea lignitului cu o putere calorifică de 3 000 kcal/kg, umiditate de 35 — 40% și balast de 16%. Ca elemente principale în construcție, s-a preconizat în variante sala de cazane semiînchisă și sala turbinelor închisă și deschisă.

Ing. *Zvianghițev* de la TEP a analizat elementele de bază ale unei sarcini de proiectare pentru modernizarea unei centrale prin suprapunere de ciclu la 300 ata și 650°C. Vechea centrală are parametrii 29 ata și 400°C. Modernizarea se face cu o turbină de tipul SKR-100 cu contrapresiune la 31—34 ata și 420°C care va alimenta trei turbine de 50 MW. La această centrală se mai instalează o turbină de tipul SKK-300 cu două supraîncălziri intermediare la 65—60 ata și 15—13 ata pînă la 565°C. Parametrii aburului de 300 ata și 650°C în comparație cu 90 ata și 535°C măresc economicitatea cu 18,9% și 12,5%, în comparație cu 130 ata și 565°C.Debitul cazanului pentru turbină SKR-100 este de 700 t/h și pentru SKK-300 de 850 t/h.

Blocul SKR-100 va fi dotat cu o pompă de alimentare acționată cu o turbină cu abur la 30 ata și 420°C cu condensație, iar blocul SKK-300 tot cu o turbină cu abur la 65 ata însă cu contrapresiune la 5,5 ata. Pompele de rezervă vor fi acționate electric.

Doctorul în științe tehnice *Romadin V. P.*, de la VTI, a vorbit despre cercetările VTI în domeniul parametrilor supracritici ai aburului și de problemele legate de aceștia ca: studierea diferitelor mărci de oțel, caracteristicile termodinamice ale apei și aburului, metode de evacuare a sărurilor și gazelor din ciclu, tipuri de scheme termice etc.

Candidat în științe tehnice *Levin A. V.* de la LMZ a expus date din proiectele și lucrările LMZ privind turbinele de 300—400 MW la 240 ata și 580°C și SKK-300 la 300 ata și 650°C. Turbina de 300 MW va avea o lungime de 22 m și 3 evacuări, iar cea de 400 MW, 26,5 m și 4 evacuări. Turbina SKK-300 va avea 3 evacuări la o lungime a paletelor de 1 100 mm și o lungime de 27,16 m. Greutatea totală a turbinei SKK-300 va fi de circa 800 t, din care oțel austenitic 20 t.

În expunerea sa, candidatul în științe tehnice *Ploscovitov M. A.*, de la ȚKTI, a analizat datele din proiectul unui cazan cu trecere forțată de 710 t/h la 315 ata și 655°C, întocmit de uzinele din Podolsk și destinat funcționării în bloc cu turbina înaintașe de 100 MW. Acest cazan va avea un randament de 94,05% la o temperatură de ieșire a gazelor de ardere de 115°C și încălzire a aerului pînă la 277°C.

Actualmente se proiectează cazane de 950 t/h la 250 ata și 585°C pentru turbine de tipul SVK-300, precum și de 1 900 t/h pentru turbina SVK-600.

Candidat în științe tehnice *Rakov K. A.*, de la VTI, a expus în conferința sa „*Bazele termotehnice ale profilului cazanelor de debite foarte mari la parametrii supracritici ai aburului*", ca: temperatura înaltă a apei de alimentare (275—337°C), folosirea mai multor supraîncălziri intermediare, dezvoltarea ecranării, tipurile de focare, metodele de livrare și montare etc.

Despre „*Profilul constructiv al cazanului de abur la* 300 ata *și* 650°C *pentru blocul de* 300 MW", a vorbit ing. *Biman V. M.*, de la Orgenergostroi. Au fost analizate 8 variante ale cazanului pentru cărbune brun din bazinul Moscovei, cu evacuare hidraulică a zgurei, cu unul sau două focare etc. Consumul de oțel austenitic al acestui cazan este de circa 76 t.

Doctor în științe tehnice *Rubinstein I. M.*, de la VTI, a arătat că pentru blocurile de 300 și 600 MW la 300 ata, nu este încă rezolvată problema echipamentelor auxiliare cu pompele de alimentare, acționarea acestora etc.

Menționează că tendința anumitor constructori de a concepe pompa de alimentare pe axul turbinei principale prin intermediul reductorului, conduce la gabarite de lungime ale turbinei neadmisibile.

În problema pompelor de alimentare a vorbit doctorul în științe tehnice *Lomachin A. A.*, de la LMZ, care a subliniat necesitatea unor instalații sigure în exploatare.Ca pompă de rezervă este indicat să se folosească pompe cu acționare electrică. Importanța unei etanșeități absolute în condensatoarele turbinelor la parametrii foarte înalți a fost analizată în expunerea sa de către doctorul în științe tehnice ***Berman L. D.***, de la VTI. În scopul preîntîmpinării pătrunderii apei de răcire în condensatorul turbinei, sînt necesare îmbunătățiri în ceea ce privește tehnologia execuției condensatoarelor alegerea corespunzătoare a vitezelor apei în condensator, îmbunătățirea calității anticorosive a diferitelor elemente componente etc.

Candidatul în științe tehnice *Geltman A. E.*, de la ȚKTI-Moscova, în expunerea sa despre alegerea parametrilor și caracteristicile echipamentelor energetice la CTE, a subliniat necesitatea unor criterii generale de stabilire a economicității echipamentelor energetice, îndeosebi în funcție de regimul de bază, vîrf sau intermediar în care funcționează CTE în sistem. De exemplu, CTE la parametrii foarte ridicați se pot construi în mod foarte economic în regim al centralei la baza graficului de sarcină în sistem la care se folosesc combustibili scumpi.

În ce privește echipamentele CTE cu blocuri de 300 și 600 MW, conferința consideră următoarele:

— În cazul în care la CTE se folosește cărbune cu umiditate mai mare de 12%, este economică uscarea cu abur de la prizele turbinelor, după schema UTI.

— Să se folosească pentru acționarea pompelor de alimentare, turbine cu abur, rezervate de motoare electrice în proporție 50%.

— Să se folosească preîncălzitoare de aer regeneratoare.

— Randamentul cazanelor să fie de peste 91% pentru cărbune și 93% pentru alți combustibili.

— Pompele de alimentare vor fi acționate de la turbine cu abur, care vor primi abur de la conducta principală a turbinei.

Bibliografie

[1] Belinschi S. I. Teploenerghetica nr. 9(1958), p. 92—95.

[2] Molocanov S. I. Teploenerghetica nr. 9(1958) p. 3—8.

[3] Berman L. D. Teploenerghetica nr. 10 (1958), p. 90—95.

(063) 621.311.1 (498)

Consfătuirea lucrătorilor din Ministerul Industriei Grele, Departamentul Energiei Electrice

În zilele de 1, 2 și 3 decembrie 1958, s-a ținut la Departamentul Energiei Electrice din M.I.G. o consfătuire a lucrătorilor din sectorul energiei electrice.

La această consfătuire care s-a ținut la numai cîteva zile după plenara C.C. al P.M.R. din 26—28 XI.1958. tov. ing. *N. Gheorghiu*, adjunct al ministrului, a prezentat un raport în care, în lumina sarcinilor trasate în expunerea tov. Gh. Gheorghiu-Dej la plenara C.C. al P.M.R., a făcut o analiză a muncii depuse în sectorul energetic în 1958 și a trasat liniile principale pe care trebuie axată activitatea în viitor.

Raportul a trecut în revistă principalele realizări obținute în sector în cursul anului 1958.

În primele zece luni ale anului, producția de energie electrică a fost de 118,7% față de aceeași perioadă a anului 1957 și s-a mărit cu circa 12% durata de utilizare a puterii instalate.

S-a terminat construcția și montajul și au fost date în exploatare o serie de importante obiective energetice cum sînt: grupul 5 de 50 MW de la CTE Sîngiorgiu, linia și stația de 110 kV Peștiș, stațiile de 110 kV Roman, Oțelul Roșu, Cluj,

racordul cu stația de 110 kV a fabricii de fibre sintetice de la Săvinești etc.

S-au obținut o serie de importante realizări pe linia introducerii tehnicii noi și a ridicării nivelului exploatării. La CTE Doicești a fost complet automatizată arderea la trei cazane și s-au introdus arzătoare combinate pentru gaze și păcură. S-au efectuat reparații de turbine cu palete de fabricație indigenă ; s-au realizat reparații de bună calitate la transformatoare de 110 000 V de 20 MVA. Tot la CTE Doicești, prin munca creatoare a unui colectiv de ingineri și tehnicieni, s-au efectuat modernizări ale instalațiilor de cazane prin care acestea au ajuns să dea debitul nominal funcționînd integral pe cărbune cu o putere calorifică mult inferioară celei din proiect. Și în activitatea de proiectare s-au obținut importante rezultate, realizîndu-se în 1958 o serie de proiecte deosebite — dintre care pot fi citate proiectul centralei de termoficare Ploești, proiectul liniei de 110 kV Focșani-Ploești pe stîlpi de beton armat centrifugat pe un singur picior.

În raport s-au analizat efectele în general pozitive care s-au obținut prin schimbările efectuate în structura organizatorică în scopul îmbunătățirii și simplificării aparatului administrativ în toate sectoarele coordonate de Departamentul Energiei Electrice.

Raportul a analizat mai ales, în spirit critic, lipsurile în muncă ce au mai existat în 1958. S-a arătat astfel, că deși în scădere față de anii trecuți, numărul de avarii din sistemele noastre energetice este încă mare și că măsurile care s-au luat pentru limitarea și lichidarea avariilor nu au urmărit suficient ritmul dezvoltării sistemului energetic. Reparațiile agregatelor energetice nu s-au făcut peste tot în volumul și de calitatea corespunzătoare posibilităților existente.

Pe baza indicațiilor conținute în expunerea tov. Gh. Gheorghiu-Dej, raportul a trasat sarcinile importante care stau în fața sectorului energetic în 1959 și direcțiile principale în care trebuie îndreptate măsurile care să asigure realizarea acestor sarcini.

Astfel, raportul a arătat că în anul care vine vor trebui puse în funcțiune importante puteri noi în centralele Paroșeni, Borzești, Grozăvești și în alte centrale mai mici. Vor trebui construite o serie de importante linii și stații de 110 kV prin care se vor racorda la sistemul energetic de 110 kV regiunile Baia Mare, Craiova, Constanța, astfel încît în 1960 să se încheie sistemul energetic național. În 1959 va trebui furnizată economiei naționale și populației țării cu 12% mai multă energie electrică, mai ieftină și în mai bune condiții tehnice.

Vor trebui să se ridice nivelul tehnic al exploatării și economicitatea ei, vor trebui micșorate consumul specific de combustibil și pierderile în rețele, vor trebui ameliorați parametrii de exploatare ai centralelor electrice și mărită siguranța în alimentarea consumatorilor. Trebuie obținută o serioasă ameliorare a activității de construcții și montaje energetice în special pe linia scurtării duratei de execuție, a ieftinirii costului lucrărilor și a îmbunătățirii finisajelor lor. Vor trebui folosite cu îndrăzneală în proiecte soluții noi, mai simple și mai bune.

Trebuie pregătite condițiile trecerii la cel de al treilea plan cincinal, începute o serie de lucrări energetice importante — și în primul rînd CTE Ploești — trebuie proiectate alte mari centrale noi termo- și hidroelectrice, cum și primele linii și stații de 220 kV.

Condițiile necesare pentru realizarea acestor sarcini, după cum reies din concluziile raportului, sînt :

— îmbunătățirea acțiunii de introducere a tehnicii noi, folosind din plin posibilitățile tuturor întreprinderilor ;

— studierea temeinică și aplicarea măsurilor menite să ducă la îmbunătățirea indicilor calitativi ai energiei electrice ;

— intensificarea acțiunii de educare a lucrătorilor din sectorul energiei electrice pentru aplicarea cu strictețe a instrucțiunilor de exploatare și de tehnica securității ;

— pregătirea temeinică a planului pe anul 1959 în vederea asigurării condițiilor tehnico-materiale pentru realizarea în termen a lucrărilor planificate ;

— inițierea unei largi acțiuni pentru ridicarea calificării cadrelor medii (maiștri și șefi de echipă) de pe șantierele de construcții și montaje energetice pentru îmbunătățirea calității lucrărilor ;

— îmbunătățirea substanțială a soluțiilor tehnice, proiectate pe linia simplificării și ieftenirii lor, paralel cu creșterea siguranței de exploatare. Organizarea în acest scop a unei activități temeinice de documentare a proiectanților asupra celor mai moderne soluții ale tehnicii mondiale ;

— asigurarea unui avans suficient al proiectării față de execuție, în vederea evitării executării proiectelor sub presiunea necesităților urgente.

O atenție deosebită s-a dat — în discuțiile ce au urmat raportului — măsurilor ce trebuie luate pentru ridicarea nivelului tehnic al exploatărilor energetice și al lucrărilor de construcții și montaje, cum și pentru îmbunătățirea calității proiectelor. De asemenea, s-a dezbătut în mod special problema deservirii în cît mai bune condiții a abonaților.

S-au analizat, de asemenea, măsurile ce trebuie luate pentru recrutarea de cadre corespunzătoare în întreprinderi, pentru sprijinirea acțiunii de electrificare a satelor pe care o coordonează Sfaturile Populare și pentru întărirea unităților de proiectare din provincie.

Dintre măsurile mai importante stabilite prin hotărîrea luată în urma consfătuirii trebuie menționate următoarele :

— întărirea serviciilor tehnice din întreprinderile de exploatare care vor trebui să asigure o documentare serioasă asupra realizărilor din domeniul de activitate energetică, ridicarea nivelului personalului tehnic din întreprinderi, cum și introducerea și extinderea metodelor tehnice moderne în instalații ;

— întărirea serviciilor de proiectare din întreprinderi, realizîndu-se ridicarea nivelului tehnic și apropierea proiectării obiectivelor de importanță locală și regională, de nevoile exploatării ;

— extinderea atelierelor existente și construcția unora noi pentru executarea de reparații de mașini și aparate electrice cu forțele întreprinderilor ;

— urmărirea permanentă și analizarea periodică a comportării în exploatare a aparatajului electric produs în țară în scopul indicării îmbunătățirilor ce trebuie aduse în fabricație ;

— întărirea unităților din întreprinderile de electricitate în sarcina cărora cade deservirea abonaților ;

— mărirea gradului de mecanizare a lucrărilor de construcții și montaj ;

— îmbunătățirea condițiilor de trai ale muncitorilor de pe șantierele de construcții și montaj, în special la lucrările de linii ;

— studierea și introducerea în fabricație a unor tipuri noi de stîlpi centrifugați pentru linii de 110 și 220 kV ;

— crearea de noi prototipuri de stîlpi centrifugați de beton armat ;

— începerea producerii stîlpilor pretensionați ;

— întărirea controlului tehnic al execuției în toate fazele procesului de construcții și montaj ;

— întărirea activității de documentare tehnică a proiectanților prin urmărirea organizată a publicațiilor de specialitate din literatura tehnică mondială, cercetarea instalațiilor energetice din țară și de peste hotare. Această activitate va fi controlată prin fișe bibliografice, referate, studii, monografii, referințe bibliografice la proiecte etc. ;

— îmbunătățirea activității de tipizare și utilizare a elementelor refolosibile din proiecte ;

— trecerea treptată a proiectării detaliilor de execuție (în primul rînd a celor necesare confecțiilor de atelier) în cadrul întreprinderilor executante ;

— stabilirea normelor metodologice pentru calculele comparative economice ale diferitelor soluții ;

— întocmirea de către întreprinderile regionale de electricitate a planurilor de perspectivă de alimentare cu energie electrică a regiunii respective pentru perioada 1959—1965.

Măsurile stabilite de consfătuire, acoperind toate problemele puse în discuție și axîndu-se pe indicațiile conținute în raportul prezentat, pe baza liniilor directoare din expunerea tovarășului Gh. Gheorghiu-Dej la plenara din 26—28 noiembrie, vor contribui la ridicarea muncii — în sectorul energetic — la un nivel înalt, asigurînd realizarea cu succes a sarcinilor importante care stau în fața sectorului în anul 1959.

СОДЕРЖАНИЕ

N. Gheorghiu: **Задачи энергетиков на 1959 год.**

Energetica VI (1959), Nr. 1, стр. 1

D. Grecov: **Изучение оптимальных параметров промежуточного перегрева на теплоэлектроцентралях с высокими параметрами.**

Предлагается общий метод определения оптимальных параметров тепловых схем с промежуточным перегревом, применительно к случаю 2-х и 3-х ступенчатого промежуточного перегрева.

Energetica, VII (1959), Nr. 1, стр. 3

D. Golici: **Вторичное использование пара, применяемого для продувки на теплоэлектроцентралях.**

Подчеркивается экономический эффект вторичного использования применяемого для продувки пара, играющего существенную роль в повышении к. п. д. теплоэлектроцентралей. Приводятся несколько схем вторичного использования этого пара на различных конструкциях централей.

Energetica, VII (1959), Nr. 1, стр. 10

C. Dinulescu: **Опасность взрыва горючих газов в паровых котлах и способы предупреждения.**

Дается описание ряда типичных случаев взрыва газов в котлах, выводятся соответствующие заключения и указываются мероприятия по их предупреждению по фазам и в порядке их действенности. Даются сведения по инструктированию обслуживающего персонала.

Energetica, VII (1959), Nr. 1, стр. 15

E. Olteanu, N. M. Ionescu и I. Scutaru: **Попытки обезвоживания бурого угля по методу Зачко.**

Описываются опыты по обезвоживанию лигнита из Дерны по методу Зачко, проведенные в Институте ичемин.

Уточняются условия проведения процесса обезвоживания, рассматриваются экономическая сторона вопроса и возможности применения.

Energetica, VII (1959), Nr. 1, стр. 19

A. Baciu: — **75 лет со дня введения в строй первой электроосветительной установки в стране. (По случаю 75-летия со дня основания электростанции г. Тимишоара).**

Описываются установки городского электрического освещения, вступившие в строй в 1884 году г. Тимишоара. Делается обзор в мировом масштабе положения, в котором находилось в данный период городское электрическое освещение.

Energetica, VII (1959), Nr. 1, стр. 23

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА стр. 28
ДОКУМЕНТАЦИЯ, стр. 34
ХРОНИКА, стр. 41
РЕЦЕНЗИИ

INHALTSVERZEICHNIS

N. Gheorghiu: **Die Aufgaben der rumänischen Energiewirtschaft im jahre 1959.**

Energetica VII, (1959) H. 1, S. 1

D. Grecov : **Die günstigsten Dampfzustände der Zwischenüberhitzung in modernen Wärmekraftwerken.**

Allgemeine Berechnungsmethode der günstigsten Dampfzustände bei Wärmeschaltbildern mit Zwischenüberhitzung. Das Verfahren ist auch bei zwei-und dreistufiger Zwischenüberhitzung anwendbar.

Energetica, VII (1959) H.1, S. 3

D. Golici : **Verwendung der Ausblasbrüden von Dampfkesseln in Wärmekraftwerken.**

Der Verfasser weist auf die Wirtschaftlichkeit der Verwendung der Ausblasbrüden als ein wesentlicher Faktor der Leistungsverbesserung von Dampfkraftwerken hin. Es werden einige Wiedergewinnungsschaltbilder der Ausblasbrüden in verschiedenen Wärmekraftwerkstypen erörtert.

Energetica, VII (1959) H.1, S. 10

C. Dinulescu : **Die Gefahr von Gasexplosionen in Dampfkesseln und ihre Vorbeugung.**

Es werden einige typischen Fälle von Brenngasexplosionen in Dampfkesseln beschrieben und untersucht. Die Vorbeugungsmassnahmen werden in der Reihenfolge ihrer Wirksamkeit und mit Hinweis auf die entsprechende Ausbildung des Bedienungspersonals aufgezählt.

Energetica, VII (1959) H. 1, S. 15

E. Olteanu, N. M. Ionescu und *I. Scutaru* : **Veredelungsversuche mit holzigen Braunkohlen nach dem Zaeskoverfahren.**

Bericht über die vom rumänischen Institut für Kohlenforschung nach dem Zacskoverfahren gemachten Versuche, den Wassergehalt der Dernabraunkohlen herabzusetzen. Es wird das Wasserentzugsverfahren beschrieben und anschliessend auf die wirtschaftliche Seite und die praktischen Anwendungsmöglichkeiten eingegangen.

Energetica, VII (1959) H. 1, S. 19

A. Baciu : **Vor 75 Jahren : Erste elektrische Strassenbeleuchtung in Rumänien (Anlässlich des 75-jährigen Bestehens des Elektrizitätswerks Timişoara).**

Beschreibung der im Jahre 1884 in Betrieb gesetzten Anlagen für elektrische Strassenbeleuchtung in Timişoara, unter Hinweis auf die damalige Lage der Strassenbeleuchtung in den übrigen Ländern.

Energetica, VII (1959) H. 1, S. 23

ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND S. 28
DOKUMENTATION, S. 34
CHRONIK, S. 40
REZENSIONEN

SOMMAIRE

N. Ghcorghiu : **Tâches du secteur économique de l'énergie en 1959.**

Energetica, VII (1959) No. 1, p. 1

D. Grecov : **Paramètre optimum de surchauffage intermédiaire dans les centrales thermo-électriques à paramètres élevés.**

On indique une méthode générale pour déterminer les paramétres optimum des circuits thermiques à surchauffage intermédiaire, pouvant être utilisée aussi dans le cas de surchauffage intermédiaire à deux ou trois étages.

Energetica, VII (1959) No. 1, p. 3

D. Golici : **Recupération des purges de vapeur dans les chaudieres des centrales thermo-électriques.**

L'auteur cherche à faire ressortir l'économicite de la récupération des purges de vapeur, en la considérant comme un facteur important dans l'amélioration du rendement des centrales thermo-électriques. Il présente aussi quelques schémas de récuperation des purges dans différents types de centrales.

Energetica, VII (1959) No. 1, p. 10

C. Dinulescu : **Le péril d'explosion des gaz combustibles dans les chaudières à vapeur et les mesurés preventives indiquées.**

L'auteur décrit quelques cas typiques d'explosion de gaz dans les chaudières. Il analyse chaque cas, montre les mesures préventives indiquées, par phase et par ordre d'efficacité et formule ensuite des conclusions en montrant comment doit être instruit le personnel d'exploitation.

Energetica, VII (1959), No. 1, p. 15

E. Olteanu, N. M. Ionescu et *I. Scutaru* : **Essais de déshydratation du charbon brun, d'après la méthode Zaesko.**

L'article parle des expériences des déshydratation du lignite de Derna, réalisées d'après la méthode Zacsko, par L'Institut Roumain de Recherches Miniéres. On précise le mode de diriger le procès de déshydratation et on examine l'aspect économique ainsi que les possibilités d'application.

Energetica, VII (1959), No. 1, p. 19

A. Baciu : **Premier éclairage électrique public, il y a 75 ans (La centrale électrique de Timişoara accomplit 75 ans de fonctionnement).**

On décrit les installations électriques pour l'éclairage public, réalisées en 1884 dans la ville de Timişoara. L'auteur montre aussi la situation mondiale de l'éclairage public autour de cette année.

Energetica, VII (1959) No. 1, p. 23

L'ENERGIE ELECTRIQUE A L'ETRANGER, p. 28.
DOCUMENTATION, p. 34.
CHRONIQUE, p. 40.
RECENSIONS

CONTENTS

N. Gheorghiu : **Tasks for 1959 of the Roumanian electrical industry.**

Energetica VII (1959) Nr. 1, p. 1

D. Grecov : **Optimum parameters of intermediate superheating in steam power plants with high parameters.**

A general method is shown for determining optimum parameters of thermic circuits with intermediate superheating. It can also be extendet to intermediate superheating in two or three stages.

Energetica, VII (1959) Nr. 1, p. 3

D. Golici: **Recovery of steam boiler blow down in power plants.**

The author tries to underline the economy of steam blow down recovery considering it as an important point in the improvement of steam power plant efficiency. He also shows some schedules of blow down recovery in different types of thermal plants.

Energetica, VII (1959) Nr. 1, p. 10

C. Dinulescu : **Danger of combustion gase explosion in steam boilers and the preventive measures to be taken.**

Some typical cases of gas explosion in steam boilers are described. Every case is analysed, the preventives measures are shown per phases in the order of their efficiency. The author concludes by showing how the operation staff should be instructed.

Energetica, VII (1959) Nr. 1, p. 15

E. Olteanu, N. M. Ionescu and *I. Scutaru* : **Brown coal dehydration tests by the Zaesko method.**

The article deals with Derna lignite dehydration tests, carried out by the Roumanian Institute for Scientific Research on Mining, by the Zacsko method. The author show to carry out the dehydration process and examine the economic aspect and the possibilities of application.

Energetica, VII (1959) Nr. 1, p. 19

A. Baciu : **First public lighting 75 years ago in Roumania (The electric plant of Timişoara accomplishes 75 years of operation).**

The author describes the public electric lighting installations in Timişoara in 1884. He also shows the position of public lighting in that year, in the world.

Energetica, VII (1959) Nr. 1, p. 23

ELECTRICITY ABROAD, p. 28
DOCUMENTATION, p. 34
CHRONICLE, p. 40.
BOOK REVIEW

KÖNYVTÁR ORSZÁGOS MÚZEUM 1883

RECENZII

(058) 31 (498)

Anuarul Statistic al R.P.R. — 1958

Constatîndu-se utilitatea anuarului statistic al R.P.R. apărut în anul trecut, s-a elaborat şi în acest an de către Direcţia Generală de Statistică „Anuarul statistic al R.P.R. — 1958".

Noua lucrare se prezintă mult îmbunătăţită, atît în ceea ce priveşte conţinutul ei, cît şi ca formă de prezentare.

Anuarul statistic al R.P.R. — 1958, ilustrează prin numeroase tabele şi grafic prin diagrame şi cartograme, principalele direcţii în care s-a îndreptat efortul de dezvoltare a economiei naţionale, ca urmare a politicii partidului şi guvernului de industrializare socialistă a ţării, de cooperativizare a agriculturii şi de dezvoltare a ştiinţei şi culturii.

Îmbunătăţirea activităţii de cercetare şi ilustare cifrică a fenomenelor şi proceselor social-economice marcată de Direcţia Centrală de Statistică este evidenţiată în conţinutul anuarului statistic pe 1958, care a fost împărţit în XV capitole cuprinzînd: date generale (geografice, meteorologice, administrative), date asupra populaţiei, forţei de muncă, industriei, agriculturii şi silviculturii, investiţiilor şi construcţiilor, transporturilor şi telecomunicaţiilor, circulaţiei mărfurilor, bugetului de stat, învăţămîntului, culturii şi artei, ocrotirea sănătăţii, gospodărie comunală. Pentru compararea nivelului nostru de producţie cu cel al altor ţări, sînt cuprinse de asemenea, date de statistică internaţională.

Pentru comparabilitate şi în scopul prezentării dinamicii de dezvoltare şi a ritmului de creştere, sînt redate perioadele caracteristice dezvoltării economice a ţării noastre şi anume: anul 1938, an de maximă producţie înaintea celui de al doilea război mondial, anul 1948, naţionalizarea principalelor mijloace de producţie, 1950, an de bază premergător primului plan cincinal, anii 1951—1955 ai primului plan cincinal şi anii 1956, 1957.

În domeniul energiei electrice, anuarul statistic 1958 redă o serie de date privind:

— producţia de energie electrică şi puterea instalată a centralelor electrice în anii 1938, 1948, 1950-1957(pag.104);

— producţia de energie electrică pe cap de locuitor în anii 1938, 1948, 1950—1957 (pag. 100);

— balanţa energiei electrice în anii 1955—1957 (pag. 104);

— structura şi consumul de conbustibil pentru producerea de energie electrică în termocentrale în anii 1955—1957 (pag. 105);

— dinamica producţiei globale realizată în ramura energiei electrice în anii 1938, 1948, 1950—1957 (pag. 88);

— ponderea producţiei globale a sectorului energiei electrice şi termice din totalul industriei din R.P.R. în anii 1938, 1948, 1950, 1955—1957 (pag. 90);

— dinamica productivităţii muncii pe un muncitor realizată în centralele electrice ale Departamentului Energiei Electrice în anii 1955—1957 (pag. 107);

— valoarea investiţiilor capitale pentru producţia energiei electrice şi termice realizate în anii 1951—1957 (pag. 169);

— numărul satelor electrificate pe regiuni administrative pînă la sfîrşitul anului 1957 (pag. 276);

— dezvoltarea învăţămîntului mediu tehnic şi superior în ramura energiei electrice şi electrotehnică în anii şcolari 1948/1949—1954/1955 (pag. 215—232);

Conţinutul îmbunătăţit al anuarului statistic din anul 1958, faţă de cel anterior — care era prima lucrare de acest gen editată după cel de al doilea război mondial — se face simţit şi în ce priveşte datele sectorului energetic, unde apar tabele noi, cu date importante care lipseau din prima lucrare, cum ar fi:

— balanţa energiei electrice, resurse şi consum; aceste date permit o analiză interesantă asupra gradului de electrificare a diferitelor ramuri de activitate şi dezvoltării consumului de energie electrică în perioada respectivă;

— structura şi consumul de combustibil pentru producerea de energie electrică în centrale termoelectrice în anii 1955—1957; datele prezentate dau o imagine asupra ponderii diferiţilor combustibili în producţia energiei electrice şi a consumurilor specifice de combustibili.

Totuşi, mai sînt date care lipsesc din această lucrare şi care ar fi fost utile sectorului energetic pentru analiza atingerii obiectivelor din planul de electrificare al R.P.R. şi pentru înfăţişarea nivelului de dezvoltare a ramurii energiei electrice în anii puterii populare. Dintre acestea menţionăm:

— consumurile de energie electrică pe ramuri ale industriei şi consumurile specifice de energie electrică pentru principalele produse industriale;

— situaţia utilajului de transport şi distribuţie a energiei electrice;

— deservirea muncii cu energie electrică pe ramuri de activitate şi alţi indici reflectînd gradul de electrificare a ţării.

De asemenea, se resimte lipsa unei prezentări pe regiuni administrative a principalelor date din anuarul statistic, care să permită o analiză asupra gradului de dezvoltare economică şi social—culturală a diferitelor regiuni ale ţării.

Pentru cadrele de economişti, specialişti şi alţi lucrători din sectorul energetic, „Anuarul statistic al R.P.R. — 1958" reprezintă un instrument de lucru util în munca de cercetare, planificare, statistică şi evidenţă.

Orice sugestii şi propuneri din partea cititorilor revistei „Energetica" privind viitorul anuar statistic al R.P.R. vor fi comunicate la Direcţia Centrală de Statistică.

Liliana Rădulescu

REVISTELE ASIT TEHNICE

abonați-vă

la revistele tehnice elaborate de A.S.I.T. în colaborare cu departamentele industriale

1959

Automatica și Electronica
Celuloză și Hîrtie
Electrotehnica
Energetica
Hidrotehnica
Industria Alimentară — Produse Animale
Industria Alimentară — Produse Vegetale
Industria Lemnului
Industria Textilă
Industria Ușoară
Metalurgia și Construcția de Mașini
Petrol și Gaze
Revista de Chimie
Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții
Revista Minelor
Revista Pădurilor
Revista Transporturilor
Telecomunicații

Un abonament anual pentru ingineri și tehnicieni la Revista Metalurgia și Construcția de Mașini lei 48, la celelalte reviste lei 30; pentru biblioteci, instituții, cabinete tehnice etc. lei 100 prin cont virament Nr 070136 DOC B.R.P.R.
Abonamentele se primesc la sediul Consiliului Central ASIT din Calea Victoriei Nr. 118. Telefon 14.06.24

LEI 5

E 2039

ENERGETICA

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
OBMEH - CBME
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

2

Energetica – București

Anul VII ★ februarie

1959

RECOMANDĂRI PRIVIND ÎNTOCMIREA ARTICOLELOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

— *Lucrările ce pot fi prezentate spre publicare sînt de importanță generală, tehnico-științifice, speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.*

— *Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.*

— *Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.*

— *Lucrările care au mai fost trimise și la alte publicații, publicate integral sau parțial, nu mai pot fi trimise redacției spre publicare.*

— *Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit, problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 6—8 rînduri, se va anexa lucrării.*

— *În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.*

— *Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiilor posibile.*

— *Anexele pot cuprinde demonstrații originale sau absolut necesare înțelegerii formulelor din text; de asemenea în anexe se pot da exemple de calcul.*

— *Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.*

— *Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului. Pentru demonstrații se vor alcătui anexe.*

— *Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, germane etc.*

— *Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet, tradus în românește, ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet tradus în românește revista tomul, anul, numărul, paginile.*

— *Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.*

— *Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri academice, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.*

— *Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora pentru publicare.*

— *Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări față de manuscris.*

E 2039

ENERGETICA

ANUL VII Nr. 2 FEBRUARIE 1959

SUMAR

Congresul construcției comuniste, p. 45

Conferința secției Energetică-Electrotehnică a Filialei Regionale A.S.I.T.-București, p. 47

620.9.001.14

Dumitrescu A., Elefterescu M., Kovács St.: **Determinarea necesarului de energie pentru planul de perspectivă pe baza dinamicii consumurilor specifice energetice.**

Se indică o metodă analitică pentru determinarea necesarului de energie pe baza dinamicii consumurilor specifice energetice și a producției în diverse ramuri industriale.

Metoda propusă pune la dispoziția economiei naționale indici energetici de control, caracteristici diverselor produse sau ramuri industriale.

Energetica VII (1959), nr. 2, p. 49

621.438.002/004

Voinea M., Niculescu N., David N.: **Situația mondială și tendințe în domeniul turbinelor cu gaze pentru centrale electrice.**

Se face o clasificare cu descrierea ciclurilor instalațiilor de turbine cu gaze, și se analizează caracteristicile tehnico-economice și avantajele centralelor cu turbine cu gaze față de cele cu turbine cu abur.

Energetica VII (1959), nr. 2, p. 53

662.87:621.311.22

Curelaru A.: **Prepararea și arderea prafului cu granulație mare, provenit din măcinarea cărbunilor inferiori din R.P.R.**

Se prezintă rezultatele unor încercări minuțioase și de durată privind mărirea debitului morilor de cărbune, prin mărirea granulației, urmărindu-se totodată și menținerea producției nominale a cazanelor la un cărbune inferior celui din proiect.

Energetica VII (1959), nr. 2, p. 65

621.165:697.34.004

Ionescu M.: **Studiu privind regimul de funcționare al turbinelor de termoficare cu prize reglabile**

Se studiază aplicarea unei noi diagrame de regim a turbinelor de termoficare.

Se dau în curbele prezentate, valorile randamentelor funcționării la diferite regimuri de extracție și se scoate în evidență latura economică a funcționării acestor turbine.

Energetica VII (1959), nr. 2, p. 71

620.91:621.2.09

Spiridon D.: **Circuitul apei în natură și potențialul hidroenergetic.**

În articol se dau definiții și se specifică importanța teoretică și practică la toate categoriile de potențiale hidroenergetice, a căror clasificare se face ținîndu-se seama de circuitul apei în natură și de bilanțul hidrologic. De asemenea, sînt indicate categoriile de potențiale care formează obiectul „atlasului resurselor hidroenergetice ale R.P.R."

Energetica VII (1959), nr. 2, p. 76

ÎN AJUTORUL EXPLOATARII

621—52:621.316.31.004

Marcu S., Columbeanu P.: **Scheme simplificate pentru anclanșarea automată a rezervei (AAR)** p. 83

ENERGETICA PESTE HOTARE, p. 85

DOCUMENTARE, p. 89

CĂRȚI NOI, coperta III-a.

INSTITUTUL DE FIZICĂ ATOMICĂ
AL ACADEMIEI R.P.R.

Laboratorul de maşini electronice de calcul, *primeşte spre rezolvare din partea instituţiilor de Stat sau cooperatiste, probleme de calcul numeric din următoarele domenii:*

Tabelări de funcţii. Formule în care intervin funcţii: algebrice, trigonometrice, eliptice, exponenţiale, logaritmi, funcţii Bessel, etc
Sisteme de ecuaţii liniare.
Ecuaţii algebrice şi transcedente.
Unele tipuri de ecuaţii şi sisteme de ecuaţii diferenţiale.

*

Calculele se pot face cu valori reale sau complexe

*

Se pot adresa şi cereri de probleme în afara categoriilor menţionate mai sus, din orice domeniu cu importanţă ştiinţifică sau economică.

*

Cererile se vor trimite în scris pe adresa:

INSTITUTUL DE FIZICĂ ATOMICĂ

Bucureşti, C.P. 35

Lămuriri suplimentare pot fi obţinute la telefon:

16 45 80 interior 145

REVISTA „ENERGETICA", organ a Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R. P. R. şi al Ministerului Industriei Grele-Departamentul Energiei Electrice — Redacţia : Bucureşti, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 16.78.78 — Administraţia şi Casieria: Bucureşti, Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon : 14.06.24 — Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la administraţia revistei, la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T din întreaga ţară precum şi prin responsabilii cu presa din cercurile A S.I.T. — Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Publicaţiile Tehnice A.S.I.T. 070124 B.R.P.R. Filiala I.V. Stalin — Bucureşti — Tarif pentru întreprinderi: lei 100 anual. — Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri : lei 30 anual — Preţul unui exemplar : lei 5. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică Nr. 3 Bucureşti.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR-ORSZÁGOS 1383

ENERGETICA

ANUL VII
1959
Nr. 2
FEBRUARIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

Congresul construcției comuniste

Grandiosul program constructiv adoptat de Congresul al XXI-lea al P.C.U.S. a fost primit de oamenii muncii din toată lumea cu un arzător interes. Lucrările Congresului al XXI-lea au reținut timp de multe zile trează atenția opiniei publice mondiale, care a acordat acestui istoric eveniment o semnificație de o deosebită importanță pentru viitorul omenirii. Planul de dezvoltare a economiei naționale a U.R.S.S. pe 1959—1965 s-a bucurat de un larg răsunet. Sarcinile mărețe pe care și le-a propus spre realizare poporul sovietic au uimit întreaga lume prin proporțiile sale impresionante.

Realizarea planului de șapte ani va fi un pas hotărîtor pe calea transformării socialismului în comunism. Aplicarea creatoare de către P.C.U.S. a învățăturii leniniste în construcția economică asigură astăzi poporului sovietic posibilitățile înfăptuirii acestui țel grandios. Programul grandios al construcției comuniste, luminoasele perspective ce se deschid în fața poporului sovietic materializează într-un viitor istoric apropiat, visul de veacuri al omenirii, apariția societății comuniste.

Realizarea planului septenal va întări puterea economică și de apărare a U.R.S.S., a întregului lagăr socialist, va asigura superioritatea nemijlocită a forțelor păcii.

Congresul al XXI-lea a lansat o chemare înflăcărată la întrecerea pașnică între sistemul socialist și cel capitalist. Această întrecere corespunde intereselor tuturor popoarelor care vor avea mult de profitat de pe urma ei.

Exemplul luminos al U.R.S.S. însuflețește lupta pentru progres în lume și aduce dovezi de netăgăduit că socialismul asigură un permanent progres material-tehnic, creșterea continuă a bunăstării materiale a poporului, dezvoltarea multilaterală a culturii spirituale.

Popoarele din țările lagărului socialist apreciază însemnătatea extraordinară pe care Congresul al XXI-lea o are pentru propria lor soartă. În anul 1965, ca urmare a septenalului, lagărul socialist va produce mai mult de 50% din producția industrială mondială. Superioritatea absolută a sistemului mondial al socialismului se va afirma concret. Impetuosul avînt al economiei sovietice va asigura o sporire importantă a ajutorului pe care U.R.S.S. îl va acorda în toate domeniile de activitate tuturor țărilor din lagărul socialist.

Planul septenal creează condiții pentru întărirea și extinderea relațiilor de colaborare și într-ajutorare dintre țările socialismului.

Uriașele sarcini pe care și le-a asumat poporul sovietic au produs o adîncă impresie și admirație. Astfel în cursul primului septenal, producția globală a industriei sovietice va crește cu aproximativ 80%, această cifră reprezintă sporul producției pe ultimii 20 de ani. În cei 5 ani care vor urma septenalului, pe această bază, Uniunea Sovietică va putea întrece nu numai producția globală, dar și cea pe cap de locuitor, a Statelor Unite ale Americii, cea mai dezvoltată putere capitalistă. Ritmul înalt de dezvoltare a producției socialiste asigură în mod hotărîtor realizarea acestor obiective. Nivelul investițiilor capitale va fi deosebit de înalt. El reprezintă totalitatea investițiilor făcute în cei 40 de ani de economie socialistă a U.R.S.S. Mecanizarea integrală a proceselor de producție, trecerea pe scară largă la automatizarea complexă, chimizarea, electrificarea completă a țării și folosirea intensă a energiei atomice, vor aduce o creștere a productivității muncii cu 45—50%.

Oamenii sovietici vor realiza în cursul acestui septenal o dezvoltare extraordinar de rapidă a sectoarelor : agricol, al bunurilor de consum și al locuințelor, beneficiind în același timp de cea mai redusă săptămînă de lucru și anume vor lucra 5 zile și numai cîte 6—7 ore, fiind scutiți totodată de orice impozite. Oamenilor sovietici li

se deschide calea spre cel mai ridicat nivel de trai din lume, spre o lărgire permanentă a construcțiilor și spre o dezvoltare spirituală tot mai deplină.

În planul septenal se prevede o creștere uriașă a economiei tuturor republicilor unionale.

Congresul P.C.U.S. arată că în condițiile actuale, cînd au fost obținute mari succese în dezvoltarea industriei și agriculturii, există toate premizele pentru ca în viitorul cel mai apropiat poporul sovietic să trăiască mai bine, să satisfacă într-o măsură mai deplină nevoile materiale și spirituale. În planul septenal se prevede creșterea venitului național cu 62—65% și sporirea volumului consumului popular cu 60—63%. Pînă la sfîrșitul septenalului veniturile reale ale muncitorilor și funcționarilor, calculate pe cap de lucrător, trebuie să crească în medie cu 40%, iar veniturile reale ale colhoznicilor, cu cel puțin 40%. Se prevede sporirea considerabilă a salariilor muncitorilor și funcționarilor cu salarii mici, sporirea cuantumului minim al pensiilor de bătrînețe, îmbunătățirea simțitoare a deservirii curente a populației, reducerea prețurilor la produsele întreprinderilor de alimentație publică. În cursul septenalului trebuie să se construiască în orașe și așezările muncitorești aproximativ 15 000 000 de locuințe, iar la sate aproximativ 7 000 000 de case.

Relevînd realizări ale științei sovietice în toate domeniile cunoștințelor și mai ales în domeniul fizicii nucleare și al energiei atomice, al radiației reactive și al tehnicii rachetelor, Congresul consideră necesar ca în decursul septenalului să se dezvolte și mai rapid toate ramurile științei, să se facă importante cercetări teoretice care să asigure progresul tehnico-științific continuu. Forțele științifice și fondurile trebuie să fie concentrate în principalele sectoare cu importanță practică și teoretică.

Dezvoltarea științei se va bucura de atenția deosebită a Statului Sovietic. Realizarea marilor probleme tehnice pe care le ridică septenalul cere o permanentă ridicare a nivelului științei, un număr considerabil de cadre tehnice bine pregătite, cere muncitori cu un înalt nivel tehnic. Septenalul va însemna totodată un pas uriaș spre acele vremuri pe care le visează omenirea, cînd oamenii muncii vor avea o înaltă pregătire tehnică și culturală.

Prevederile minunate ale planului septenal acordă o importanță deosebită sectorului energetic.

În viitorii șapte ani, electrificarea tuturor ramurilor economiei naționale va cunoaște o dezvoltare rapidă. Este prevăzut să se electrifice circa 20 000 km căi ferate, să se introducă pe scară largă mecanizarea și automatizarea.

Puterea instalată în centralele electrice va crește de peste două ori, iar în anul 1965 producția de energie electrică va atinge 500—520 TWh.

Puterea instalată în centrale termoelectrice va crește de 2,3—2,4 ori, adică cu 58—60 milioane kW. Din această putere nouă 47—50 milioane kW se vor instala în termocentrale cu condensație cu puteri de peste 1 milion kW. Turbinele vor avea puteri unitare de 100, 150, 200 și 300 MW. Centralele vor fi construite după schema bloc cazan-turbină.

Planul septenal prevede o dezvoltare accelerată a rețelelor electrice.

Este preconizată o creștere de 2,5—3 ori a lungimilor rețelelor cu tensiuni cuprinse între 35 și 500 kV; aceasta va permite alimentarea din sistemele energetice (din centralele moderne de mare putere) a orașelor și a regiunilor industriale și rurale. Producția anuală de turbine va trebui să atingă în anul 1965, 18,7—20,4 milioane kW, adică de 2,8—3 ori mai mult față de 1958. Investițiile capitale pentru centrale electrice, rețele electrice și rețele termice sînt prevăzute a atinge 125—129 miliarde ruble.

Importantele succese obținute pînă acum de energeticienii sovietici constituie chezășia îndeplinirii cu succes a acestor mărețe sarcini de o vitală importanță pentru economia U.R.S.S.

Oamenii muncii din țara noastră au întrezărit în viitoarele succese ale U.R.S.S. o garanție a propriilor lor victorii pe drumul socialismului și al păcii.

Congresul al XXI-lea al P.C.U.S. s-a înscris în istorie ca un eveniment glorios îmbogățind tezaurul gîndirii marxist-leniniste și al experienței revoluționare al clasei muncitoare internaționale.

Mărețul program al construcției comuniste adoptat la Congresul al XXI-lea înflăcărează și mobilizează oamenii muncii de pretutindeni la lupta pentru victoria socialismului.

Şedinţa lărgită a Consiliului Central ASIT

La 30 ianuarie a avut loc în Capitală şedinţa lărgită a Consiliului Central ASIT. La şedinţă au luat parte preşedinţii filialelor ASIT, conducători ai unor departamente economice, academicieni şi membri corespondenţi ai Academiei R.P.Romîne, cercetători, directori, ingineri şefi, inovatori din marile întreprinderi din Capitală şi din provincie, activişti de partid, de sindicat şi din aparatul de stat.

După cuvîntul de deschidere rostit de prof. ing. Constantin Atanasiu, vicepreşedinte al Consiliului Central ASIT, prof. dr. ing. Ştefan Bălan, vicepreşedinte al Consiliului Central ASIT, adjunct al ministrului Învăţămîntului şi Culturii, a prezentat raportul Biroului Consiliului Central cu privire la activitatea desfăşurată de Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.Romînă în anul 1958 şi sarcinile ce revin inginerilor şi tehnicienilor pentru înfăptuirea hotărîrilor Plenarei din noiembrie 1958 a C.C. al P.M.R.

Vorbitorii au făcut propuneri valoroase şi şi-au luat angajamente în vederea realizării sarcinilor ce revin inginerilor, tehnicienilor şi asociaţiei în lumina documentelor Plenarei din noiembrie 1958 a C.C. al P.M.R.

Raportul Biroului Consiliului Central ASIT

(text prescurtat)

Amploarea dezvoltării economiei naţionale, realizările ştiinţei şi tehnicii din ţările socialiste dovedesc pe deplin superioritatea orînduirii socialiste în ce priveşte dezvoltarea forţelor de producţie şi organizarea activităţii colective într-un ritm încă neîntîlnit.

Expunerea tovarăşului GH. GHEORGHIU-DEJ la şedinţa plenară din noiembrie a Comitetului Central al Partidului este o chemare la lupta pentru a produce mai mult, de mai bună calitate şi mai ieftin; ea conţine în acelaşi timp un cuprinzător program de activitate tehnică: îndeplinirea sarcinilor stabilite de Plenara C.C. al P.M.R. trebuie să constituie preocuparea permanentă şi să orienteze activitatea tuturor inginerilor şi tehnicienilor noştri.

Asociaţia noastră s-a străduit să aducă o contribuţie cît mai importantă la lupta pentru construirea socialismului, prin promovarea programului tehnic şi a organizării mai bune a producţiei, pentru sporirea acesteia, pentru ridicarea productivităţii muncii şi pentru reducerea preţului de cost.

În acest an avem datoria de onoare de a orienta activitatea Asociaţiei şi a tuturor membrilor ei spre a răspunde chemării patriotice de luptă pentru înfăptuirea hotărîrilor Plenarei C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie 1958.

În acest scop, activitatea Asociaţiei trebuie să contribuie la asigurarea unui ritm susţinut al industrializării socialiste a ţării, mobilizînd cadrele tehnice să găsească şi să aplice măsuri pentru sporirea rapidă a acumulărilor destinate lucrărilor de mare eficacitate economică, care să ducă la dezvoltarea economiei naţionale şi a venitului naţional.

De asemenea, în scopul creşterii producţiei şi a productivităţii muncii, trebuie să îndreptăm atenţia tuturor inginerilor şi tehnicienilor asupra importantelor rezerve ale producţiei, pentru a le pune în valoare, folosind tehnica cea mai înaintată.

În continuare, raportul a analizat realizările însemnate obţinute în principalele sectoare ale industriei noastre, aportul adus de ASIT şi sarcinile de mare răspundere ce stau în faţa cadrelor tehnice din industrie, pentru ridicarea continuă a nivelului tehnic al producţiei în R.P.R.

PENTRU DEZVOLTAREA PRODUCŢIEI ENERGETICE ŞI A MINERITULUI

Dezvoltarea armonioasă a întregii economii naţionale cere ca toate ramurile de producţie să contribuie la dezvoltarea într-un ritm mai intens a industriei noastre socialiste. Astfel, ndustria siderurgică are nevoie de un cocs de bună calitate din cărbunii extraşi din minele din ţară, siderurgiştii hunedoreni, solicitînd minerilor să le trimită cantităţi sporite de cărbune cocsificabil şi minereu de fier de bună calitate.

Electrificarea ţării necesită realizarea de produse electrotehnice cu indici ridicaţi. Reproiectarea maşinilor electrice asinerone, care s-a început, va da rezultate economice favorabile, ameliorînd randamentul acestora, ceea ce va conduce la economisirea a circa patru milioane kWh/an.

Planul de activitate al unor secţii de specialitate, cum este planul Secţiei Energetice-electrotehnică şi al Secţiei de Mine reflectă atenţia care trebuie dată problemelor energetice. Astfel, în centrul atenţiei va fi mai departe gospodărirea raţională a căldurii în industrie, utilizarea economică a lignitilor inferiori, valorificarea şi gospodărirea apelor ş.a.

Secţia Energetică va continua activitatea începută anul trecut în ce priveşte electrificarea agricolă şi rurală, iar secţia de Mine îşi va îndrepta atenţia către unele probleme cheie ale ramurii minere; printre acestea de mare importanţă fiind ridicarea nivelului de mecanizare atît la minele de cărbuni cît şi la cele de minereu.

RIDICAREA NIVELULUI TEHNIC ÎN TOATE RAMURILE ECONOMIEI

În anii puterii populare s-au înregistrat succese însemnate, care ne bucură pe toţi în ceea ce priveşte industrializarea ţării. Pentru introducerea tehnicii moderne în toate ramurile economiei, de mare însemnătate a fost şi este ajutorul Uniunii Sovietice. Ne mîndrim că, datorită politicii partidului de industrializare socialistă, înnoirea tehnicii se face în tot mai mare măsură, pe bază de maşini şi utilaje realizate în ţară. Nu numai că în cel de al doilea cincinal 85% din utilajul cu care a fost înzestrată economia s-a produs în ţara noastră, dar în prezent, exportul de utilaj egalează în valoare importul de utilaj.

La realizările din economie, cadrele tehnice din întreprinderi, cum şi din institutele de cercetări şi proiectări, îşi au aportul lor de muncă creatoare.

În expunerea făcută la Plenara din noiembrie, tovarăşul GH. GHEORGHIU-DEJ a arătat limpede că îndeplinirea obiectivelor stabilite depinde în mare măsură de preocuparea şi pasiunea pentru tehnica cea mai înaintată a inginerilor şi cercetătorilor din institutele de cercetări şi proiectări. A renunţa la rutină şi conservatorism, a lupta pentru perfecţionarea tehnicii, pentru aplicarea procedeelor celor mai înaintate, constituie o dovadă de patriotism.

Pentru progresul tehnicii, de mare importanță este activitatea cadrelor tehnice din institutele de cercetări departamentale.

În expunerea făcută la Plenară, tovarășul GH. GHEORGHIU-DEJ numește mișcarea de inovații și raționalizări în producție „O pîrghie importantă a progresului tehnic". Într-adevăr, numai în perioada 1954—1956 au fost aplicate aproximativ 138 000 inovații, avînd ca efect, calculat pentru un singur an de folosire a lor, aproape 750 milioane lei economie.

Consiliul Central a cerut întotdeauna ca inovatorilor să li se dea sprijin ; trebuie să recunoaștem însă că lipsa de interes a unor membri ASIT față de inovatori nu a fost combătută în cercurile ASIT.

În condițiile actuale nu se poate concepe o producție tehnică modernă, mai ales de serie, fără realizarea unei tehnologii optime de fabricație. Consfătuirea maiștrilor, organizată de cercul ASIT „Steagul Roșu" a scos în evidență acest lucru.

Mecanizarea și automatizarea producției sînt una dintre căile cele mai sigure pentru ridicarea productivității muncii.

Totuși, preocupările inginerilor și tehnicienilor în acest scop nu sînt încă suficiente.

REDUCEREA PREȚULUI DE COST — SARCINĂ ECONOMICĂ CENTRALĂ

Plenara din noiembrie a C.C. al P.M.R. a arătat că rezultatele introducerii tehnicii noi și ale creșterii productivității muncii se oglindesc în reducerea prețului de cost.

Datorită inițiativelor oamenilor muncii din întreprinderi, care, sub conducerea organizațiilor de partid, și-au îndeplinit angajamentele de a reduce prețul de cost peste plan, numai în anul 1957 s-au obținut economii în sumă totală de circa 2,2 miliarde lei.

Înțelegînd importanța reducerii prețului de cost, secțiile de specialitate au dezbătut probleme ca : reducerea consumurilor specifice de materii prime, de energie și căldură, îmbunătățirea factorului de putere, reducerea pierderilor de țiței și gaze, economisirea materialului lemnos la liniile electrice, normarea consumului de energie electrică în industria celulozei ș.a. Această activitate a ajutat cercurilor ASIT să găsească măsuri pentru realizarea de economii în special de energie electrică.

Este necesar ca în cadrul Asociației, inginerii și tehnicienii să dezbată căile prin care vor ajunge la realizarea de economii cît mai mari. Toate organele de conducere ale Asociației, de la Comitetele cercurilor pînă la Consiliul Central, trebuie să aibă ca preocupare esențială sprijinirea acțiunilor care contribuie la reducerea prețului de cost, îndreptînd în primul rînd atenția inginerilor și tehnicienilor către acei factori din producție care afectează cel mai mult prețul de cost.

Necesitatea ridicării productivității muncii a fost subliniată de Plenara din noiembrie. Pentru ridicarea productivității muncii cu 6,4 % în anul 1959, așa cum se arată la Plenară, este necesară sporirea și mai buna orientare a activității tehnico-inginerești pentru introducerea tehnicii noi, pentru extinderea mecanizării și automatizării în industrie.

Plenara atrage în mod serios atenția asupra problemelor organizării întreprinderilor, lucru scos în evidență și de Congresul al II-lea ASIT. Activitatea depusă de Asociație în acest domeniu a fost mai slabă. Nici o secție de specialitate nu a programat în întreprinderile bine organizate consfătuiri sau schimburi de experiență în problemele organizării producției. Este necesar ca în viitor să dăm o mai mare atenție acestei probleme, să studiem realizările din întreprinderi și să promovăm schimburile de experiență în acest domeniu.

Ridicarea continuă a nivelului tehnico-științific al inginerilor și tehnicienilor ca și al cunoștințelor tehnico-științifice și al conștiinței profesionale a muncitorilor, constituie o sarcină de bază a Asociației. Cursurile făcute pînă în prezent au constituit un sprijin important în această direcție. Consiliul Central, ținînd seama de rezultatele obținute pînă acum, va organiza în cursul acestui an cursuri de perfecționare pentru ingineri și tehnicieni.

PLANUL DE ACTIVITATE PE ANUL 1959 ȘI MĂSURILE NECESARE PENTRU ÎNDEPLINIREA LUI

Pe baza expunerii tovarășului GH. GHEORGHIU-DEJ la Plenara din noiembrie 1958 a C.C. al P.M.R., Biroul Consiliului Central a stabilit un plan de muncă pe anul 1959, care să răspundă în mai mare măsură decît pînă acum necesității de a atrage pe ingineri și tehnicieni spre o organizare mai bună a producției, introducerea pe scară largă a tehnicii noi, în scopul ridicării productivității muncii, îmbunătățirii calității produselor și reducerii prețului de cost.

Eforturile întregii Asociații trebuie îndreptate în acest an spre stimularea și sprijinirea tuturor cadrelor tehnice în vederea obținerii unei reduceri substanțiale a prețului de cost odată cu sporirea producției și a productivității muncii la nivelul stabilit de Plenara partidului.

Printre măsurile prevăzute în plan sînt : întărirea rolului maistrului în producție și sprijinirea mișcării tinerilor inovatori și întărirea comitetelor filialelor și secțiunilor de specialitate, a comitetelor secțiilor de specialitate ale Consiliului Central ASIT, a colaborării cu sindicatele.

Biroul Consiliului Central ASIT va acorda toată atenția întăririi colaborării între secții, cum și a colaborării între secții și ministere.

Planul pe 1959 mai prevede îmbunătățirea activității comitetelor de redacție ale publicațiilor ASIT, în sensul orientării acestora în atragerea cadrelor din producție pentru publicarea de articole.

Biroul Consiliului Central ASIT va dezbate mai intens problemele de bază în vederea stabilirii îndrumărilor pentru membrii organizațiilor și colectivelor de conducere a activității Asociației și va urmări sistematic modul în care se desfășoară activitatea, cum și rezultatele obținute, luînd măsuri corespunzătoare acolo unde se întîmpină greutăți.

*

Sub conducerea Partidului Muncitoresc Romîn, alături de întregul popor muncitor, inginerii și tehnicienii au dovedit forța patriotismului lor, competință și hotărîre în rezolvarea și aplicarea practică a sarcinilor privind opera de construire a socialismului în patria noastră, au contribuit la ridicarea nivelului de trai și cultural al poporului.

Obiectivele stabilite de Plenara C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie 1958 însuflețesc întregul popor muncitor într-un efort menit să contribuie la înfăptuirea unui important pas înainte pe drumul unei vieți mai bune, pe drumul construirii socialismului în patria noastră.

Determinarea necesarului de energie pentru planul de perspectivă pe baza dinamicii consumurilor specifice energetice

Ing. *A. DUMITRESCU*, ing. *M. ELEFTERESCU*, ing. *St. KOVACS*

Planul de perspectivă al dezvoltării bazei energetice este necesar pentru planificarea în perspectivă a dezvoltării economiei naționale și constituie un ajutor prețios pentru stabilirea proporțiilor juste între diversele ramuri ale economiei naționale, în general și ale economiei energetice, în special. Pentru aceasta se cere efectuarea în prealabil a unei serii întregi de studii dintre care se desprind:

— stabilirea dinamicii consumurilor energetice—termice și electrice;

— inventarierea resurselor energetice—termice și hidraulice;

— coordonarea disponibilităților și consumurilor energetice. În cele ce urmează se tratează problema dinamicii consumurilor energetice—termice și electrice—indicîndu-se o metodă pentru determinarea necesarului de energie în perioada de perspectivă, pe baza dinamicii consumurilor specifice energetice.

Metodele utilizate în prezent în diferite țări se pot grupa în următoarele categorii:

1. Determinarea dinamicii consumurilor globale energetice—termice și electrice—în timp necorelat cu alți parametri ai economiei naționale, adică stabilirea ecuațiilor:

$$Q = \varphi_1(t) \qquad (1)$$

$$W = \varphi_2(t) \qquad (2)$$

pentru perioada de timp $(t_o \ldots t_i)$ aleasă.

În general, această metodă se folosește pentru stabilirea în mod global a necesităților de energie electrică [2].

Metoda se bazează pe stabilirea unui coeficient anual de creștere (constant sau variabil în timp) a consumului de energie și este utilizat în deosebi în țările din Europa Occidentală.

În Anglia, de exemplu, creșterea anuală a consumului de energie electrică, în procente, este dată de relația:

$$\text{creșterea anuală a consumului de energie electrică în } \% = \frac{492}{t - 1878},$$

în care t este anul pentru care se calculează consumul de energie [1].

2. Determinarea dinamicii consumurilor globale de energie—termică și electrică—prin corelație, adică în funcție de alți parametri ai economiei naționale, a căror dinamică, respectiv lege de variație, se consideră cunoscută sau mai ușor de determinat. Cum sectorul industrial este consumatorul principal de energie, de obicei se stabilește o relație între indicele de creștere a producției industriale și consumul global de energie [2].

Astfel, pentru țara noastră s-a recomandat utilizarea următoarei relații

$$W_i = (1\,060\ I_i + 946)\ 1{,}06^{\alpha_i - 1950}\ \text{GWh}$$

în care:

W_i este consumul total de energie electrică în anul i;

I_i — indicele producției industriale în anul i raportat la anul 1950 $(I_{1950} = 1)$;

α_i — anul considerat.

Amîndouă metodele, mai ales cînd se referă la perioade mai lungi de timp și deci înglobează factori ce nu pot fi prevăzuți (conjuncturi economice, variații importante de prețuri, noutăți tehnice), au un caracter cu atît mai aproximativ, cu cît etapa este mai îndepărtată [2].

3. Pentru a se elimina incertitudinile și deci aproximațiile legate de metodele arătate, se folosește metoda analitică constînd în determinarea dinamicii consumurilor de energie pe diversele sectoare sau ramuri ale economiei naționale, separat termice și separat electrice (1) și (2), însă pe baza dinamicii consumurilor specifice de energie:

$$q = f_1(t) \qquad (3)$$

$$w = f_2(t). \qquad (4)$$

Pe baza dinamicii consumurilor specifice de energie și ținînd seama de dinamica producției industriale planificate în diversele sectoare sau ramuri ale economiei naționale, se poate determina dinamica necesităților, respectiv consumurile de energie termică și electrică, în sectoarele sau ramurile respective.

Prin însumarea consumurilor de energie din diversele sectoare sau ramuri ale economiei, se obține consumul total de energie pentru întreaga economie națională.

Această metodă cu caracter analitic conduce la rezultate cu mult mai precise decît primele două și își găsește aplicare în special în țările cu economie planificată, țări care, prin planurile respective de perspectivă, dispun de date privind creșterea volumului producției industriale.

Metoda mai prezintă în plus avantajul că pune la dispoziția economiei naționale indici

energetici de control, prin consumurile specifice, caracteristici diverselor produse sau ramuri industriale.

I. Metodica

I. 1. **Dinamica consumurilor specifice de energie.** Stabilirea dinamicii consumurilor specifice de energie se face pornind de la datele statistice din trecut, în diversele ramuri industriale.

În acest scop şi pentru perioadele trecute alese, se stabilesc seriile statistice în timp :

$q = f_1(t)$ exprimat în kg combustibil convenţional (c. c.) pe unitatea fizică de produs reprezentativ sau convenţional,

$w = f_2(t)$ exprimat în kWh pe unitatea fizică de produs reprezentativ sau convenţional,

şi pe baza lor istoriogramele respective.

Este necesar ca seriile statistice în timp şi deci istoriogramele respective să fie stabilite pe perioade trecute avînd un caracter economic similar cu cel al perioadei ce urmează pentru ca, pe cît posibil, să existe aceleaşi condiţii economice atît în perioada trecută, cît şi în perioada viitoare, corespunzător căreia urmează a se stabili în continuare dinamica consumurilor specifice energetice. Această condiţie este satisfăcută în cazul economiei noastre naţionale, întrucît seriile statistice în timp se pot referi la o perioadă cu economie planificată, care se continuă şi în viitor.

Spre a se evita determinarea teoretică a dinamicii viitoare a consumurilor specifice de energie printr-o simplă extrapolare în viitor a consumurilor specifice rezultate din seriile statistice în timp stabilite pentru perioada trecută, este necesar a se analiza, pe bază de criterii obiective, nivelul consumurilor specifice de energie — termică şi electrică — la sfîrşitul perioadei viitoare, adică corespunzător etapei de perspectivă. În felul acesta, intervin factorii principali — şi în special progresul tehnic — care influenţează consumurile specifice de energie.

Această analiză este posibilă întrucît se pot cunoaşte criterii obiective din fiecare sector, respectiv ramură industrială, care determină evoluţia consumurilor specifice de energie; aceste criterii, în principal, sînt următoarele :

- procesul energo-tehnologic ;
- productivitatea ;
- natura combustibilului ;
- randamentul energetic al agregatelor ;
- folosirea resurselor energetice secundare ;
- gradul de utilizare al agregatelor ;
- gradul de mecanizare şi automatizare ;
- materia primă şi produsul finit ;
- tendinţe respectiv posibilitatea folosirii tehnicii noi etc.

Cunoscînd din seriile statistice în timp consumurile specifice de energie realizate şi tendinţa dinamicii lor în perioada expirată, şi avînd şi nivelul acestor consumuri specifice de energie la sfîrşitul etapei viitoare alese, se pot uşor stabili parametrii curbelor, respectiv curbele dinamicii consumurilor specifice în perioada viitoare ; aceste curbe sînt date de relaţii de tipul :

$$q_i = q_0 \, k_1^{n\tau} \tag{5}$$

$$w_i = w_0 \, k_2^{m\tau} \tag{6}$$

în care :

q_i şi w_i sînt consumurile specifice de energie din anul t_i ;

q_0 şi w_0 — consumurile specifice de energie din anul de bază t_0 ;

n şi m — indicii medii de creştere a producţiei în perioada ($t_0 \ldots t_i$) ;

$\tau = t_i - t_0$

k_1 şi k_2 — constante ;

$k_1 , k_2 < 1$, dacă dinamica consumurilor specifice de energie este regresivă şi

$k_1 , k_2 > 1$, dacă dinamica consumurilor specifice de energie este progresivă.

S-a ales acest tip de curbe întrucît experimental s-a constatat că ele pot urmări mai bine variaţia în timp a fenomenului.

Pentru cazul cînd se urmăreşte stabilirea dinamicii pe o perioadă scurtă de timp în care nu se prevăd modificări esenţiale în procesele energo-tehnologice, iar seriile statistice în timp indică o variaţie mică a consumurilor specifice în perioada anterioară, pentru simplificare, în loc de curbe exponenţiale se pot folosi drepte :

$$q = q_0 + a\tau \tag{7}$$

$$w = w_0 + b\tau \tag{8}$$

în care :

$a, b < 0$ dacă dinamica consumurilor specifice de energie este regresivă

$a, b > 0$ dacă aceasta este progresivă.

În mod normal, consumurile specifice de energie termică au o tendinţă regresivă, pe cînd cele electrice, una progresivă legată de procesul normal al electrificării, mecanizării şi automatizării proceselor, respectiv agregatelor de producţie. Raportat însă la un anumit nivel de electrificare, mecanizare şi automatizare, şi consumurile specifice de energie electrică au o tendinţă regresivă datorită îmbunătăţirii factorilor energetici tehnici ai proceselor, respectiv agregatelor, de producţie.

Se consideră că variaţia consumurilor specifice de energie are un caracter continuu (fig. 1), curbele (*5*) şi (*6*) fiind curbe continue ; această considerare corespunde şi situaţiei de fapt, întrucît practic variaţiile consumurilor specifice de energie nu au loc în salturi de la an la an,

deoarece chiar procesele sau agregatele tehnologice nou introduse ating performanţele optime sau maxime în mod treptat, după un anumit timp de experimentare şi formare a cadrelor.

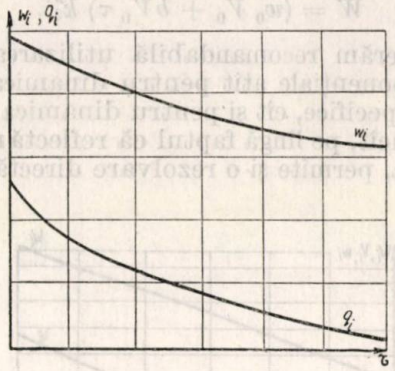


Fig. 1. Dinamica consumurilor specifice de energie.

În cazul aplicării practice a acestei metode pentru perioada de perspectivă se va stabili o zonă a dinamicii consumurilor specifice de energie cuprinsă între curbele :

$$q_{i\,max} = q_{0\,max}\ k_{1\,max}^{n\tau} \tag{5.1}$$

$$q_{i\,min} = q_{0\,min}\ k_{1\,min}^{n\tau} \tag{5.2}$$

$$w_{i\,max} = w_{0\,max}\ k_{2\,max}^{m\tau} \tag{6.1}$$

$$w_{i\,min} = w_{0\,min}\ k_{2\,min}^{m\tau}. \tag{6.2}$$

Prin îmbunătăţirea proceselor energo-tehnologice, amplitudinile oscilaţiilor anuale ale consumurilor specifice de energie, în mod normal, se micşorează, astfel încît :

$$\lim\ (q_{i\,max} - q_{i\,min}) = 0 \tag{9}$$

$$\lim\ (w_{i\,max} - w_{i\,min}) = 0. \tag{10}$$

Grafic, acest lucru se prezintă ca în fig. 2.

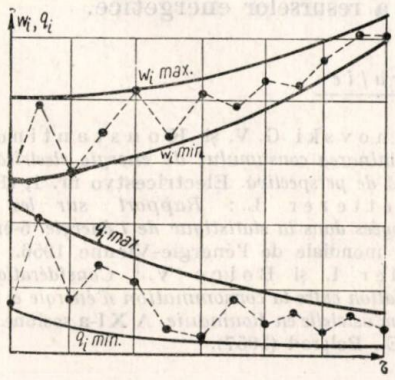


Fig. 2. Curbele limite de variaţie a consumurilor specifice de energie.

I.2. **Dinamica producţiei.** Pentru stabilirea dinamicii producţiei se va urma aceeaşi metodă ca şi pentru stabilirea dinamicii consumurilor specifice de energie, adică stabilindu-se seriile statistice în timp :

$$V = g\,(t) \tag{11}$$

pentru perioada trecută şi, pe baza lor, istoriogramele respective.

Pentru perioada viitoare se vor adopta, conform cifrelor de plan, respectiv prevederilor planului de perspectivă, cifrele de producţie corespunzător etapei de perspectivă.

Pe această bază se va determina relaţia (7) ca fiind o curbă de natura :

$$V_i = V_0\ k_3^{p\tau} \tag{12}$$

în care :

V_i este producţia din anul t_i ;
V_0 — producţia din anul de bază t_0 ;
p — indicele mediu de creştere a producţiei în perioada ($t_0 \ldots t_i$),
k_3 — constantă ; în economia socialistă $k_3 > 1$, adică dinamica producţiei este progresivă.

Şi în acest caz, pentru perioade scurte de timp, se poate admite o variaţie lineară :

$$V = V_0 + c\tau \tag{13}$$

unde $c > 0$ pentru economia socialistă, dinamica producţiei fiind progresivă.

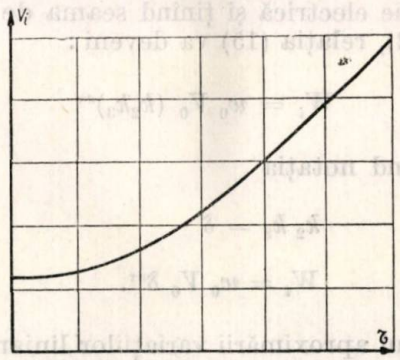


Fig. 3. Dinamica producţiei.

Şi în cazul dinamicii producţiei, pentru motivele arătate la dinamica consumurilor specifice de energie, s-a considerat că variaţia producţiei are un caracter continuu (fig. 3).

I.3. **Dinamica consumurilor totale de energie.** Consumurile totale de energie, într-un anumit an t_i, vor fi date de produsul expresiilor (5) şi (6) cu expresia (8) :

$$Q_i = q_i\ V_i \tag{14}$$

$$W_i = w_i\ V_i\,. \tag{15}$$

Ţinînd seama de relaţiile (5), (6) şi (12), relaţia (14) se poate scrie sub forma :

$$Q_i = q_0\ k_1^{n\tau}\ V_0\ k_3^{p\tau} \tag{16}$$

Întrucît pentru același produs avem

$$n = m = p \tag{17}$$

rezultă :

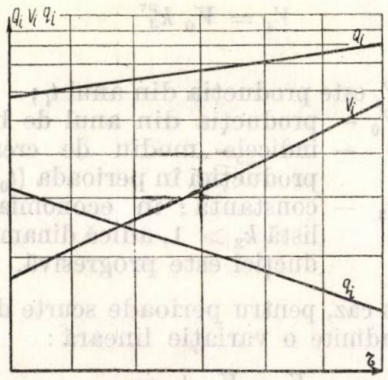
$$Q_i = q_0 V_0 (k_1 k_3)^{n\tau}. \tag{18.1}$$

Notînd

$$k_1 k_3 = \alpha \tag{18.2}$$

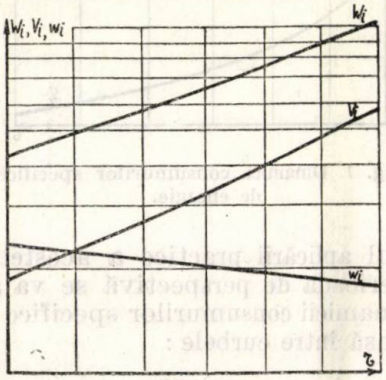
se obține

$$Q_i = q_0 V_0 \alpha^{n\tau}. \tag{18}$$



a) termică.

Fig. 4 Stabilirea dinamicii consumului total de energie.



b) electrică.

Procedînd analog pentru dinamica consumului de energie electrică și ținînd seama de relațiile (6) și (12), relația (15) va deveni :

$$W_i = w_0 V_0 (k_2 k_3)^{n\tau} \tag{19.1}$$

sau, făcînd notația

$$k_2 k_3 = \delta \tag{19.2}$$

$$W_i = w_0 V_0 \delta^{n\tau}. \tag{19}$$

În cazul aproximării variațiilor liniare a consumurilor specifice și a producției, expresia consumurilor totale de energie va fi :

$$Q = qV = q_0 V_0 + (cq_0 + aV_0)\tau + ac\tau^2 \tag{20}$$

$$W = wV = w_0 V_0 + (cw_0 + bV_0)\tau + bc\tau^2 \tag{21}$$

Dacă pentru dinamica producției se admite o expresie exponențială (12), ceea ce corespunde într-o măsură mai mare realității, iar pentru dinamica consumurilor specifice se admite o variație liniară (7), (8), expresia consumurilor de energie totală va fi :

$$Q = (q_0 V_0 + a V_0 \tau) k_3^{p\tau} \tag{22}$$

$$W = (w_0 V_0 + b V_0 \tau) k_3^{p\tau}. \tag{23}$$

Considerăm recomandabilă utilizarea expresiilor exponențiale atît pentru dinamica consumurilor specifice, cît și pentru dinamica producției, întrucît, pe lîngă faptul că reflectă mai bine realitatea, permite și o rezolvare directă pe cale grafică.

Dacă se reprezintă relația (5), respectiv relația (6) și relația (12), folosindu-se o scară semilogaritmică (fig. 4), atunci curba reprezentînd produsul lor va rezulta prin simpla însumare a ordonatelor curbelor inițiale.

Cunoscînd pentru anul t_i diversele valori Q_{ir} și W_{ir} în diferite ramuri de producție, se poate determina consumul total global de energie ($\sum_r Q_{ir}$ respectiv $\sum_r W_{ir}$).

Prin aplicarea metodei analizate se poate determina dinamica consumurilor de energie, care, împreună cu inventarierea resurselor energetice, permite o judicioasă planificare a utilizării raționale a resurselor energetice.

Bibliografie

[1] Serbinovski G. V. și Konstantinov B. A: *Determinarea consumului de energie electrică pe o perioadă de perspectivă.* Electricestvo nr. 1, (1957).

[2] Schmetterer L.: *Rapport sur les méthodes employées dans la statistique de l'énergie.* 5-ème Conférence mondiale de l'énergie-Vienne 1956.

[3] Saphier I. și Boico V.: *Considérations sur la correlation entre la consommation d'énergie et la production industrielle en Roumanie.* A XI-a sesiune parțială a C.M.E., Belgrad (1957).

Situaţia mondială şi tendinţe în domeniul turbinelor cu gaze pentru centralele electrice

Ing. *M. VOINEA*, ing. *N. NICULESCU*, ing. *N. DAVID*

În ultimii 15 ani, domeniul de aplicare a turbinelor cu gaze s-a lărgit mult, ceea ce a condus la restrîngerea utilizării motoarelor cu ardere internă, chiar în domeniul industrial.

Ca urmare a avantajelor turbinelor cu gaze stabile, acestea au început să fie utilizate pe o scară mai mare şi în producţia de energie electrică. La începutul anului 1958 erau în funcţiune în toată lumea turbine cu gaze staţionare cu o putere totală de 2 000 MW, dintre care circa 850 MW pentru producţia de energie electrică; această cotă va creşte la sfîrşitul anului 1959 la 1 300 MW.

Numărul turbinelor cu gaze în funcţiune la începutul anului 1958, în întreaga lume, este redat în tabela 1.

Tabela 1

Situaţia mondială a turbinelor cu gaze staţionare (1958)

Ţara	Numărul grupurilor	Puterea, kW
S.U.A.	97	432 400
Canada	18	258 300
America Latină	62	416 620
Anglia	39	108 500
Franţa	23	168 090
Europa	32	370 080
Asia	45	182 835
Africa	8	10 680
Total	324	1 947 505

În fig. 1 este reprezentat domeniul de folosire a turbinelor cu abur, a turbinelor cu gaze şi a maşinilor cu gaz cu piston. Aşa cum reiese, turbinele cu abur au un domeniu de utilizare la puteri peste 20 000 kW, turbinele cu gaze între 1 000 — 50 000 kW, iar maşinile cu gaz cu piston, între 100 — 2 000 kW [17].

Gama puterilor unitare ale turbinelor cu gaze construite este cuprinsă între 40 kW şi 40 MW, iar în fabricaţie se găsesc grupuri de 50 — 60 MW [7], [15], [17].

În ultimii şase ani, în U.R.S.S. şi ţările socialiste, construcţia turbinelor cu gaze a căpătat o dezvoltare mult mai mare ca în trecut. Astfel, în U.R.S.S. sînt în exploatare grupuri de 1, 5, 6 şi 12 MW în centrale electrice industriale. Sînt în curs de montaj două instalaţii de turbine cu gaze cu puteri unitare de 12 MW ce vor funcţiona cu gaze rezultate din gazeificarea cărbunelui în strat.

Pentru dezvoltarea de perspectivă s-au proiectat grupuri cu puteri unitare de 25 şi 50 MW, care să poată funcţiona cu gaze naturale sau cu gaze petrolifere [18]. Realizarea acestor grupuri se prevede a se face pînă în anul 1965.

Grupurile de 25 şi 50 MW proiectate la Leningrad (L M Z) şi respectiv Harkov (H T Z) au caracteristicile date în tabela 2.

Tabela 2

Nr. crt.	Caracteristicile grupurilor	Unităţi	G.T.U. 25	G.T.U. 50
1	Puterea	MW	25	50
2	Temperatura la intrare în turbină	°C	700	800
3	Randamentul (brut)			
	— la sarcina nominală	%	29	33,5
	— la $^2/_3$ din sarcina nominală	%	27	31,3
	— la $^1/_2$ din sarcina nominală	%	19	27
4	Costul turbinei (producţie de serie)	10^6 ruble	8	16
5	Căldură evacuată din turbină ce poate fi utilizată în scopuri de termoficare	Gcal/h	30	60

În celelalte ţări socialiste s-au construit turbine cu gaze cu puteri unitare de 76 kW, 1 000 kW, 1 200 kW şi 3 000 kW.

Se menţionează că turbina de 1 200 kW este montată în Cehoslovacia într-un ciclu combinat gaze-abur de 4,4 MW.

În planurile de perspectivă ale acestor ţări este prevăzută construirea de turbine cu gaze stabile cu puteri unitare de 6, 12 şi 25 MW. Pentru instalaţii mobile sînt prevăzute turbine de 1,7 şi 6 MW [13].

În stadiul actual de dezvoltare a tehnologiei oţelurilor speciale, temperatura la admisia turbinelor cu gaze este cuprinsă între 600 — 830°C. Majoritatea turbinelor construite pînă în prezent au temperaturi pînă la 700°C. Dezvoltarea ulterioară a tehnologiei oţelurilor speciale va permite ridicarea temperaturii pînă la 900°C [7], [13], [16].

1. CICLURILE INSTALAŢIILOR DE TURBINE CU GAZE

Turbinele cu gaze sînt maşini termice al căror ciclu termodinamic este realizat prin compresie şi destindere politropică şi evoluţii izobare pentru încălzire şi răcire (evacuarea căldurii). Aceste cicluri se pot realiza cu sau fără recuperare de căldură.

1.1. Circuitul deschis

Turbina cu gaze cu circuit deschis este o mașină simplă la care fluidul motor este un amestec de gaze de ardere cu aer în exces, care după destindere în mașină este evacuat în atmosferă.

Combustibilii utilizați pentru o bună exploatare a paletajului turbinelor și compresoarelor sînt gazele și combustibilii lichizi ușori.

Din punct de vedere al recuperării de căldură din ciclu sau de la evacuarea turbinei, circuitul deschis poate fi cu sau fără recuperare.

Circuitul este fără recuperare cînd căldura conținută în gazele evacuate de la turbină se pierde în întregime în atmosferă.

Circuitul este cu recuperare cînd o parte din căldura conținută în gazele evacuate se reintroduce în ciclu sau este cedată unui alt ciclu. Recuperarea se poate realiza în două moduri :

Într-un ciclu simplu cu gaze prin:

— circuit regenerativ (preîncălzirea aerului);
— termoficare de joasă temperatură (schimbător de căldură).

Într-un ciclu mixt gaze-abur

— cazan recuperator;
— termoficare de înaltă temperatură (cazan mixt);
— introducerea într-un economizor de joasă presiune în două trepte pentru preîncălzirea apei de alimentare a cazanelor.

***1.1.1.* Circuit deschis fără recuperare.** Acest circuit se aplică în general la turbine ce funcționează ca mașini pentru producere de energie electrică.

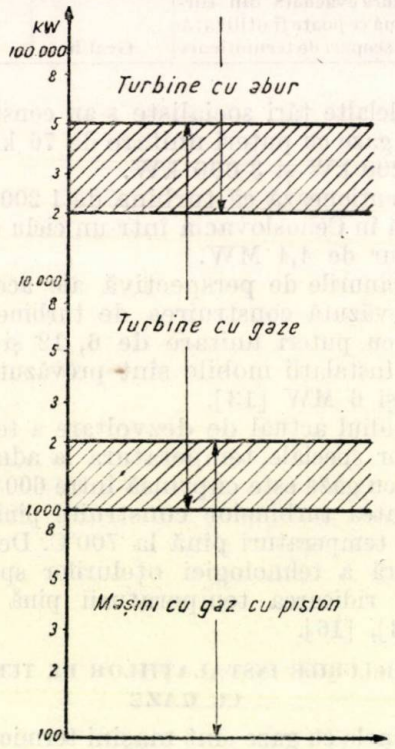


Fig. 1. Domeniul puterilor pentru turbine cu abur, cu gaze și mașini cu gaz cu piston.

Cel mai simplu circuit deschis fără recuperare constă dintr-un grup monoaxial alcătuit din compresor, camera de ardere și turbină. În acest caz, turbina asigură producerea atît

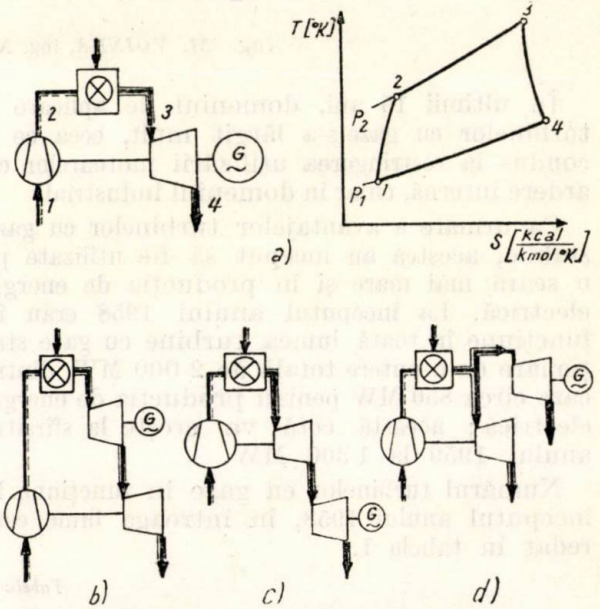


Fig. 2. Diferite scheme de turbine monoaxiale.
În diagrama $T-S$: $1-2$, compresie ; $2-3$, ardere ; $3-4$ destindere ; $4-1$, evacuarea gazelor de ardere.

a puterii necesare comprimării cît și a puterii utile. Schema acestei turbine cu gaze este redată împreună cu reprezentarea schimbărilor de stare din diagrama T — S în fig. 2, *a*.

Turbinele monoaxiale, la temperaturi de intrare de 700°C, pot realiza randamente cuprinse între 15 — 20%. Aceste turbine prezintă o scădere sensibilă a randamentului la sarcini parțiale, ceea ce a condus la realizarea schemelor din fig. 2, *b* ; 2, *c* ; și 2, *d*, caracterizate prin montarea a două turbine dintre care una produce puterea necesară comprimării și cealaltă puterea utilă.

Turbina care produce puterea utilă poate fi montată fie în serie cu turbina ce antrenează compresorul, înaintea ei (fig. 2, *b*) sau după ea (fig. 2, *c*), fie în paralel cu aceasta (fig. 2, *d*).

În scopul măririi randamentului circuitului deschis fără recuperare, s-a trecut la turbine biaxiale, la care comprimarea și destinderea se realizează în două trepte. Creșterea randamentului se datorește îmbunătățirii randamentului termodinamic al treptelor.

Cele două turbine asigură producerea puterii necesare antrenării compresoarelor cît și a puterii utile ce se poate obține pe trepte de înaltă presiune sau de joasă presiune. Schema acestei turbine este redată împreună cu reprezentarea schimbărilor de stare din diagrama T — S, în fig. 3,*a* și 3, *b*.

Puterea utilă se poate obține și la turbinele biaxiale printr-o turbină separată montată fie în serie cu cele două turbine, înainte (fig. 3,*c*),

între (fig. 3, *d*) şi după ele (fig. 3,*e*), fie în paralel cu prima şi în serie cu a doua (fig. 3, *f*), fie în paralel cu a doua (fig. 3, *g*) sau în paralel cu prima (fig. 3, *h*).

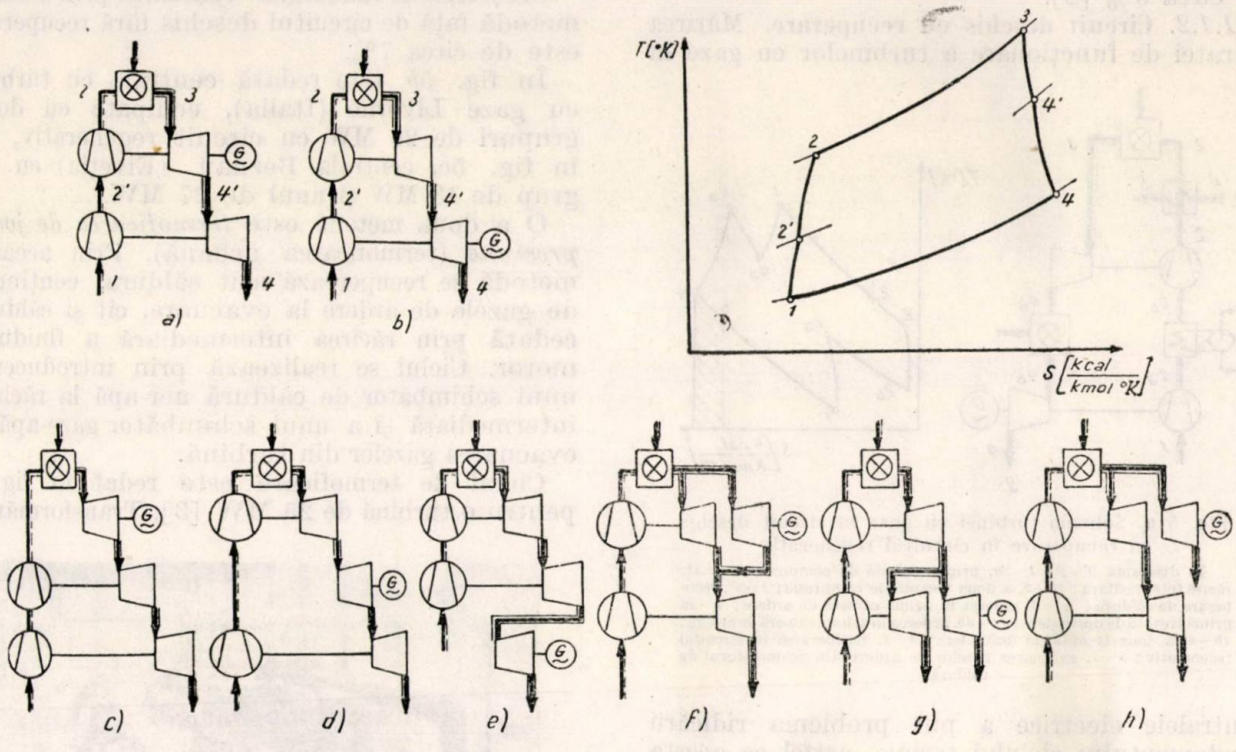


Fig. 3. Diferite scheme de turbine biaxiale.

În diagrama $T-S$: $1-2'$, prima treaptă de compresie; $2'-2$, a doua treaptă de compresie; $2-3$, arderea; $3-4'$, prima treaptă de destindere; $4'-4$, a doua treaptă de destindere; $4-1$, evacuarea gazelor de ardere.

O creştere mai accentuată a randamentului se obţine la turbinele biaxiale prin introducerea unei răciri intermediare între cele două trepte de comprimare şi a unei arderi suplimentare între cele două trepte de destindere. Schema termică şi schimbările de stare pentru acest ciclu sînt redate în fig. 4.

Randamentele realizate în acest ciclu sînt cuprinse între 20 şi 28%. Pentru turbinele cu gaze funcţionînd ca maşini de vîrf nu sînt însă justificate costurile suplimentare ale construcţiei biaxiale şi facultatea ei de a putea funcţiona cu turaţie variabilă pe partea turbinei de putere utilă este fără însemnătate în acest caz.

La astfel de turbine este foarte însemnată mărirea puterii obţinute. Acest lucru se poate obţine prin două metode deosebit de atrăgătoare cu minimum de cheltuieli: injecţia de apă şi vaporizarea ciclică.

Prin injecţia de apă în fluxul de gaze între compresor şi turbină se măreşte cantitatea de gaze ce trece prin turbină şi se realizează o mărire a puterii utile cu 4,5% pentru fiecare cantitate de apă injectată [2]. Se poate injecta o cantitate de apă pînă la 10% din greutatea gazelor fără a se mări nici puterea compresorului, nici dimensiunile geometrice ale maşinii.

Soluţia reprezintă un mijloc remarcabil pentru a reduce preţul kilowatt-ului instalat, însă necesită o tratare foarte pretenţioasă a apei injectate. Se recomandă în general ca funcţionarea cu injecţie de apă să se facă numai 1 000 ore pe an, asigurînd astfel o prelungire a vieţii normale a pieselor rotorului.

Prin vaporizarea ciclică realizată într-un schimbător de căldură de amestec, alimentat cu apă încălzită prin gazele de evacuare ale turbinei, aerul comprimat absoarbe o cantitate de abur egală cu circa 5% din greutatea sa, ceea ce conduce la o mărire a puterii electrice cu

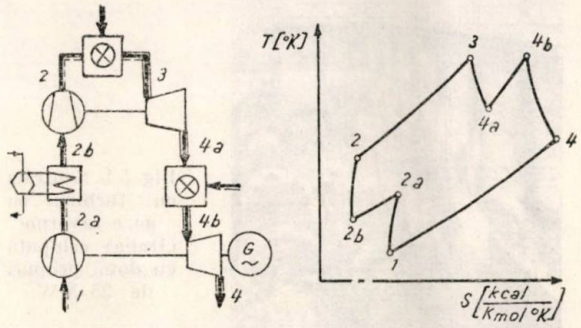


Fig. 4. Schema termică a turbinei biaxiale cu răcire intermediară şi ardere suplimentară.

În diagrama $T-S$: $1-2a$ prima treaptă de compresie; $2a-2b$, răcire intermediară; $2b-2$, a doua treaptă de compresie; $2-3$, arderea în prima cameră de ardere; $3-4a$, prima treaptă de destindere; $4a-4b$, arderea în a doua cameră de ardere; $4b-4$, a doua treaptă de destindere; $4-1$, evacuarea gazelor de ardere.

circa 20%. Acest proces nu necesită o epurare pretențioasă a apei.

La funcționarea cu injecție de apă sau cu vaporizare ciclică, valoarea randamentelor scade cu circa 5% [2].

1.1.2. **Circuit deschis cu recuperare.** Mărirea duratei de funcționare a turbinelor cu gaze în

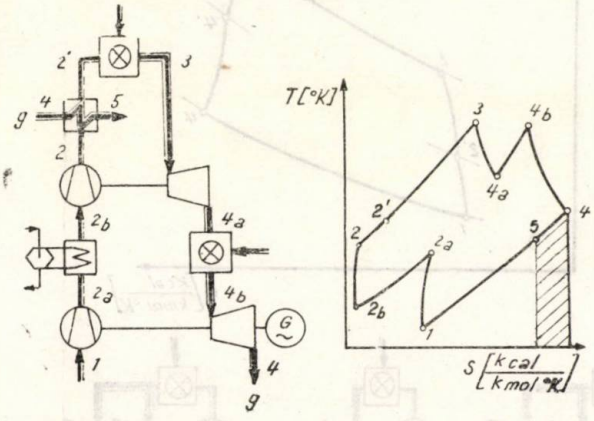


Fig. 5 a. Schema turbinei cu gaze în circuit deschis cu recuperare în circuitul regenerativ

În diagrama $T-S$: $1-2a$, prima treaptă de compresie; $2a-2b$, răcire intermediară; $2b-2$, a doua treaptă de compresie; $2-2'$, recuperare de căldură; $2'-3$, arderea în prima cameră de ardere; $3-4a$ prima treaptă de destindere; $4a-4b$, arderea în a doua cameră de ardere; $4b-4$, a doua treaptă de destindere; $4-5$, recuperarea în circuitul regenerativ; $5-1$, evacuarea gazelor de ardere din schimbătorul de căldură.

centralele electrice a pus problema ridicării randamentului ciclului termic, astfel ca acesta să fie comparabil cu cel al instalațiilor cu abur de aceeași putere. În acest scop s-a urmărit problema recuperării căldurii ce se evacuează din ciclul turbinei, atît cea conținută de gazele de ardere la evacuare, cît și cea evacuată prin răcirea intermediară a fluidului motor.

Recuperarea într-un ciclu simplu cu gaze. Una dintre metode o constituie *circuitul regenerativ.*

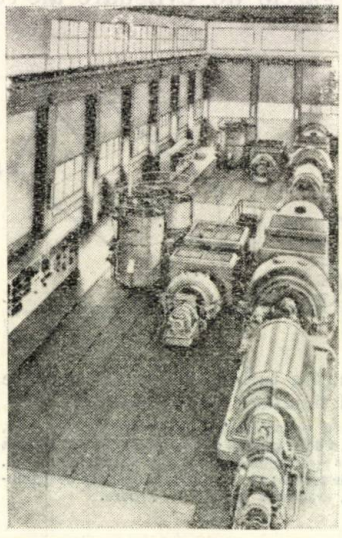


Fig. 5 b. Centrala cu turbine cu gaze Livorno (Italia) echipată cu două grupuri de 25 MW.

Recuperarea căldurii conținută de gazele de ardere la evacuare se realizează printr-un schimbător de căldură gaze-aer și se utilizează pentru preîncălzirea aerului necesar arderii. Schema unei astfel de instalații, precum și reprezentarea în diagrama $T-S$ a ciclului termic sînt redate în fig. 5*a*.

Creșterea de randament realizată prin această metodă față de circuitul deschis fără recuperare este de circa 7%.

În fig. 5*b* este redată centrala cu turbine cu gaze Livorno (Italia), echipată cu două grupuri de 25 MW cu circuit regenerativ, iar în fig. 5*c*, centrala Beznau (Elveția) cu un grup de 13 MW și unul de 27 MW.

O a doua metodă este *termoficarea de joasă presiune* (termoficarea urbană). Prin această metodă se recuperează atît căldura conținută de gazele de ardere la evacuare, cît și căldura cedată prin răcirea intermediară a fluidului motor. Ciclul se realizează prin introducerea unui schimbător de căldură aer-apă la răcirea intermediară și a unui schimbător gaze-apă la evacuarea gazelor din turbină.

Ciclul de termoficare este redat în fig. 6 pentru o turbină de 25 MW [3]. Transformările

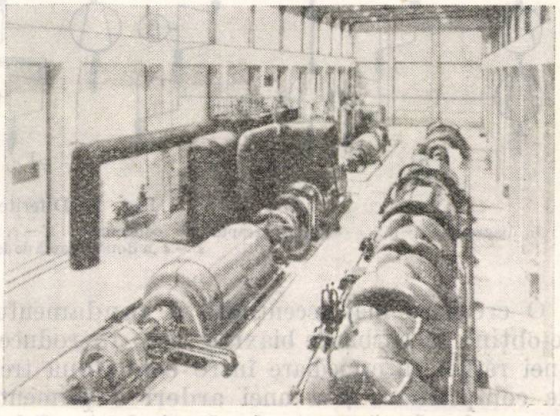


Fig. 5 c. Centrala cu turbine cu gaze Beznau (Elveția) echipată cu un grup de 27 MW și un grup de 13 MW.

din ciclu sînt figurate în diagrama $T-S$ și constau dintr-o comprimare în două trepte cu răcire intermediară și o destindere în două trepte cu procese de ardere pe fiecare treaptă. Recuperarea de căldură se realizează atît la răcirea intermediară, cît și la eșaparea gazelor de ardere. Aerul introdus de compresor în prima cameră de ardere are 17 ata 217°C. În camera de ardere, o parte din aer participă efectiv la arderea combustibilului injectat, iar restul realizează răcirea camerei de ardere. La ieșire din camera de ardere, gazele arse amestecate cu aerul de răcire, au o temperatură de 650°C, temperatură cu care intră în primul corp de turbină. Combustibilul injectat în camera de ardere este astfel dozat, încît temperatura gazelor înainte de intrarea în turbină să nu depășească această temperatură.

După destinderea în turbina de înaltă presiune, gazele sînt introduse în a doua cameră de

ardere, în care se injectează o nouă cantitate de combustibil, astfel ca temperatura gazelor de ardere rezultate aci să ajungă pînă la valoarea celei realizate după prima cameră de ardere

Obținerea unor parametri mai ridicați ai aburului se poate realiza ridicînd nivelul de temperatură al gazelor de ardere prin introducerea acestora într-o cameră de ardere

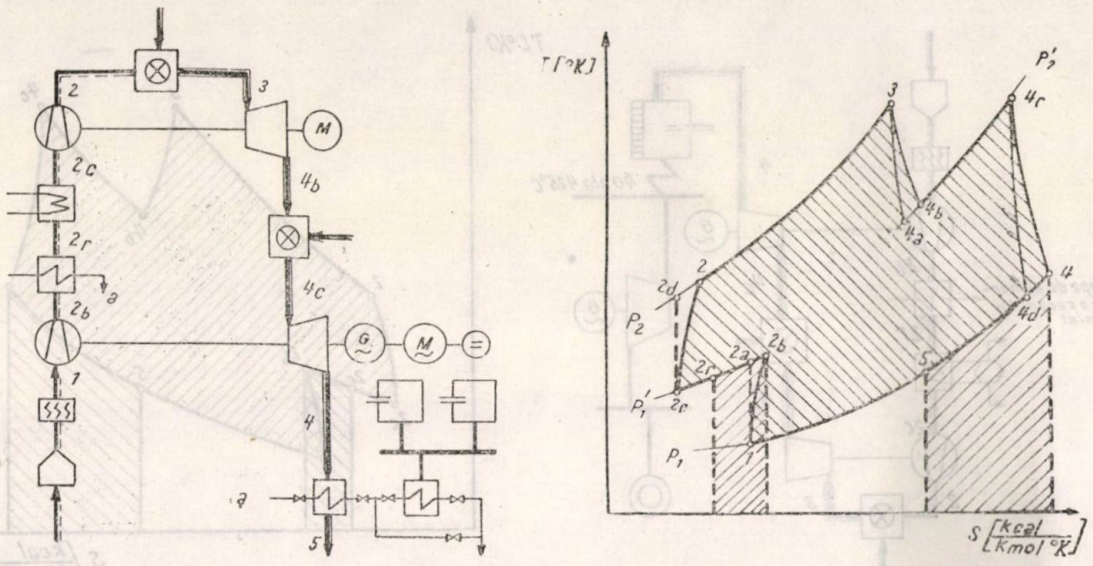


Fig. 6. Schema turbinei cu gaze în circuit deschis cu recuperare prin termoficare urbană.

În diagrama $T-S$: $1-2$, compresia în două trepte cu răcirea intermediară între cele două trepte; $2-3$, arderea în prima cameră de ardere; $3-4$, destinderea în două trepte cu arderea suplimentară în a doua cameră de ardere; $2b-2r$, recuperarea căldurii între cele două trepte de compresie într-un prim schimbător de bază de termoficare; $4-5$, recuperarea căldurii conținută în gazele de ardere într-un al doilea schimbător de bază de termoficare; $5-1$, evacuarea gazelor de ardere din schimbătorul de căldură.

(650°C). Cu această temperatură, gazele intră în turbina de joasă presiune, unde se destind și ies cu o temperatură de 327°C.

Prin montarea unui schimbător de căldură între cele două trepte de comprimare și a unui schimbător de căldură la evacuarea gazelor de ardere, se recuperează în scopuri de termoficare atît căldura cedată la răcirea intermediară, cît și o parte din căldura conținută de gazele de ardere la evacuare.

Din totalul de căldură de 30 Gcal/h preluat din ciclul turbinei cu gaze-circa 40% este cedată în schimbătorul de căldură intermediar și 60% din gazele de evacuare. Turbina lucrează în regim de sarcină maximă constantă, urmînd ca reglajul temperaturii apei din rețeaua de termoficare să se facă într-un schimbător de căldură, funcționînd cu abur din cazane de abur cu păcură sau cazane electrice.

Recuperarea într-un ciclu mixt gaze-abur. Recuperarea căldurii într-un ciclu mixt se face prin cedarea cantității de căldură evacuate din ciclul de gaze, prin intermediul apei, unui ciclu de abur.

Realizarea tehnică a ciclului combinat gaze-abur s-a făcut pînă în prezent în următoarele moduri:

— prin cazan recuperator; producția acestui cazan de abur poate satisface un consum de abur la parametri reduși, consecință a nivelului de temperatură scăzut al gazelor de ardere ce ies din turbină (340 — 400°C). Schema unei astfel de instalații este redată în fig. 7*a*.

(fig. 7 *b*). Arderea se face cu ajutorul oxigenului din gazele de ardere (circa 18%);

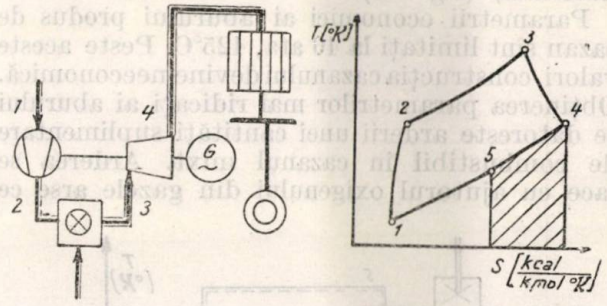


Fig. 7 a. Ciclul mixt gaze-abur cu recuperare în cazanul recuperator.

În diagrama $T-S$: $1-2$, compresia; $2-3$, arderea; $3-4$, destinderea; $4-5$, recuperarea căldurii în cazanul recuperator; $5-1$, evacuarea gazelor de ardere din cazanul recuperator.

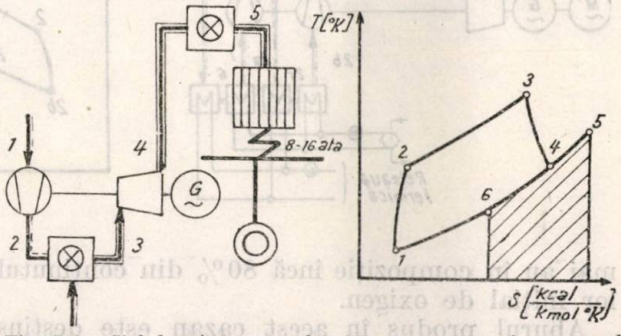


Fig. 7 b. Ciclul mixt gaze-abur cu recuperare în cazanul recuperator și ardere suplimentară.

În diagramă $T-S$: $1-2$, compresia; $2-3$, arderea; $3-4$, destinderea; $4-5$, arderea suplimentară în a doua cameră de ardere; $5-6$, recuperarea căldurii în cazanul recuperator; $6-1$, evacuarea gazelor de ardere din cazanul recuperator.

— prin cazan mixt; această instalație dă posibilitatea obținerii unor parametri mai ridicați ai aburului. Aburul produs de către cazanul mixt poate fi deci utilizat într-un ciclu de termoficare de înaltă temperatură (termoficare industrială) (fig. 7 *c*).

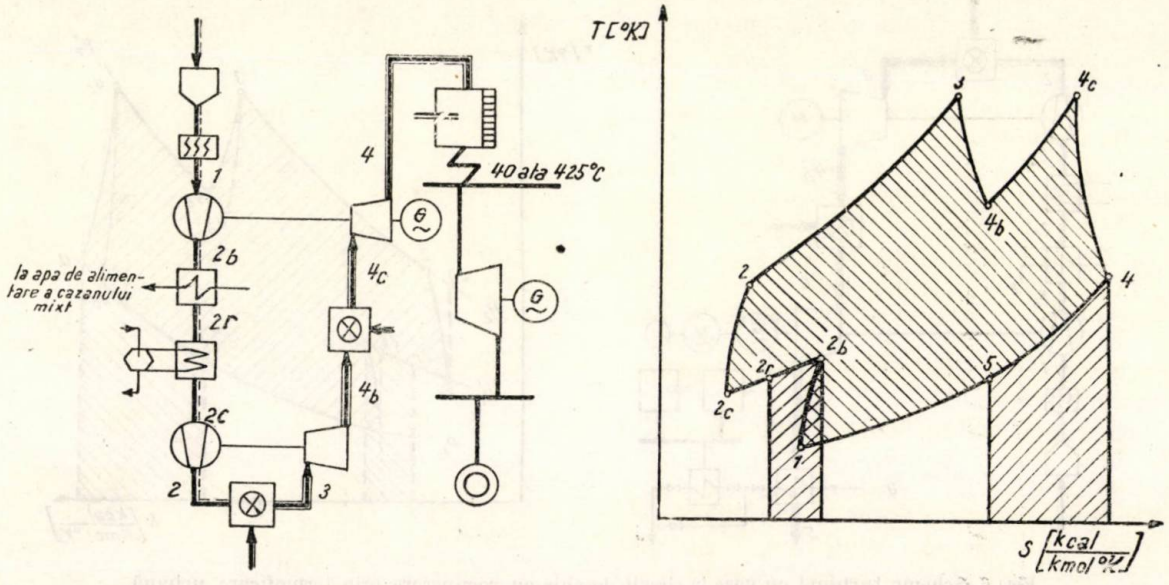


Fig. 7 c. Ciclul mixt gaze-abur cu recuperare în cazanul mixt.

În diagrama $T-S$: $1-2$, compresia în două trepte cu răcirea intermediară; $2-3$, arderea în prima cameră de ardere; $3-4$, destinderea în două trepte cu arderea suplimentară în a doua cameră de ardere; $4-5$, recuperarea căldurii în cazanul mixt; $5-1$, evacuarea gazelor de ardere; $2b-2r$, recuperarea căldurii pentru preîncălzirea apei de alimentare a cazanului mixt.

Parametrii economici ai aburului produs de cazan sînt limitați la 40 ata, 425°C. Peste aceste valori, construcția cazanului devine neeconomică. Obținerea parametrilor mai ridicați ai aburului se datorește arderii unei cantități suplimentare de combustibil în cazanul mixt. Arderea se face cu ajutorul oxigenului din gazele arse ce mai au în compoziție încă 80% din conținutul lor inițial de oxigen.

Aburul produs în acest cazan este destins într-o turbină cu abur și utilizat apoi în scopuri tehnologice.

În centralele moderne, cu unități de 200 MW și mai mari, puterea necesară pompelor de alimentare fiind foarte mare, acestea pot fi acționate cu turbine cu gaze. Gazele de la eșapare, destinse în aceste turbine, sînt introduse în cazanul mixt ca aer preîncălzit pentru ardere;

— prin introducerea într-un economizor de joasă presiune în două trepte pentru preîncălzirea apei de alimentare a cazanelor, de asemenea la cazane de debit foarte mare.

1.2. Circuitul închis

Turbinele cu gaze în circuit închis sau aerodinamice au drept agent motor un gaz inert, de exemplu aerul pur. Aceste mașini se caracterizează prin separarea într-un schimbător de căldură de suprafață a circuitului de gaze de ardere de cel al agentului motor.

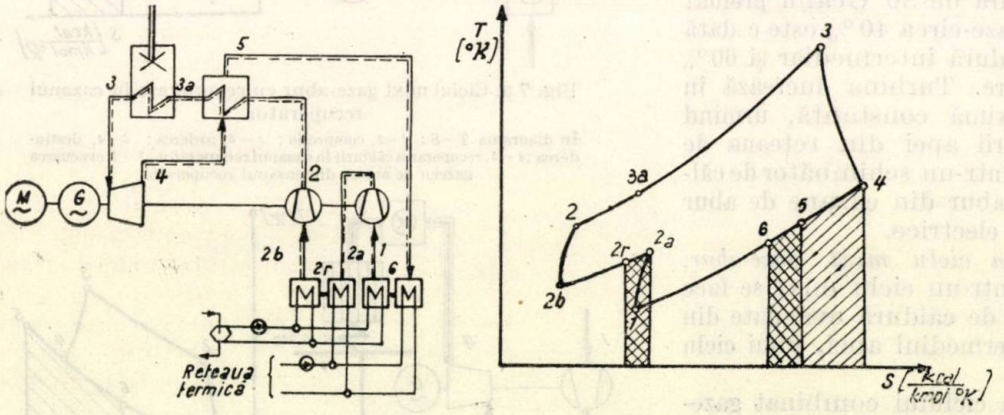


Fig. 8. Schema unei instalații cu turbină cu aer cald (Coburg).

În diagrama $T-S$: $1-2a$, prima treaptă de compresie; $2a-2b$, răcirea intermediară; $2a-2r$, răcirea în răcitorul de termoficare; $2b-2$, a doua treaptă de compresie; $2-3a$, preîncălzirea aerului în preîncălzitor; $3a-3$, încălzirea aerului în camera de ardere; $3-4$, destinderea aerului în turbină; $4-5$, răcirea aerului în recuperatorul de căldură; $5-6$, răcirea aerului în al doilea răcitor de termoficare; $6-1$, răcirea prin turn pînă la starea inițială 1.

În ciclul unei turbine cu gaze funcționînd în circuit închis, a cărei schemă este dată în fig. 8, circuitul sursei de căldură este separat

de cel al agentului motor prin schimbătorul de căldură, prin intermediul căruia se face transferul de căldură de la sursă la agent. Deoarece agentul motor cel mai folosit este aerul ce se găsește în circuitul secundar (compresor — turbină), turbina se mai numește și aerodinamică [14], [16]. Din punct de vedere al recuperării căldurii conținută în aerul de la evacuarea turbinei, circuitul închis poate fi cu sau fără recuperare.

a) Circuitul este fără recuperare cînd căldura conținută în aerul de la eșapare este cedată unei surse reci prin intermediul unui schimbător de căldură și evacuată în atmosferă.

b) Circuitul este cu recuperare cînd o parte din căldura de la eșapare se introduce în ciclu prin :

— circuit regenerativ (preîncălzirea aerului) ;

— termoficare.

În fig. 8 este redată schema unei instalații cu turbină cu aer cald cu recuperarea căldurii în termoficare [14].

Avantajul deosebit pe care îl prezintă aceste instalații este că ele pot funcționa cu orice fel de combustibil. De asemenea, sursa de căldură poate fi și căldura degajată într-un reactor atomic, care este evacuată din reactor de un gaz (He, CO_2 etc.), care la rîndul său se poate destinde într-o turbină cu circuit închis, producînd astfel energie.

Circuitul închis permite mai ușor utilizarea căldurii dezvoltate la comprimare și la ieșirea din turbină pentru termoficare. Randamentele realizate în astfel de instalații sînt destul de ridicate, ajungînd pînă la 26% și mai mult.

2. UTILIZAREA TURBINELOR CU GAZE ÎN CENTRALELE ATOMO-ELECTRICE

În centralele atomo-electrice se pot utiliza în principiu atît turbine cu gaze în circuit închis, cît și turbine cu gaze în circuit deschis. Ultimele însă pot fi folosite numai pentru aer.

Utilizarea turbinelor cu gaze în centrale atomo-electrice este soluționată din punct de vedere al proiectării.

2.1. Utilizarea turbinelor cu gaze în circuit închis în centrale atomo-electrice

2.1.1. **Turbine cu gaze montate direct în circuitul reactorului.** O schemă de principiu pentru o centrală atomică cu turbine cu gaze în circuit închis este prezentată în fig. 9, *a*. Această schemă a fost preluată de o serie de firme constructoare și detaliată pentru realizarea practică.

Schema din fig. 9, *b* prevede reducerea temperaturii fluidului motor înaintea turbinei de înaltă presiune prin încălzirea gazelor destinse în aceasta. În felul acesta se realizează o răcire a fluidului motor înainte de turbina de înaltă presiune și în același timp se ridică temperatura acestuia înainte de a intra în turbina de joasă presiune.

Fără o reducere însemnată a randamentului ciclului, fluidul motor intră în turbină cu o temperatură de circa 650°C, ceea ce permite fabricarea turbinelor din materiale ieftine din clasa perlitelor.

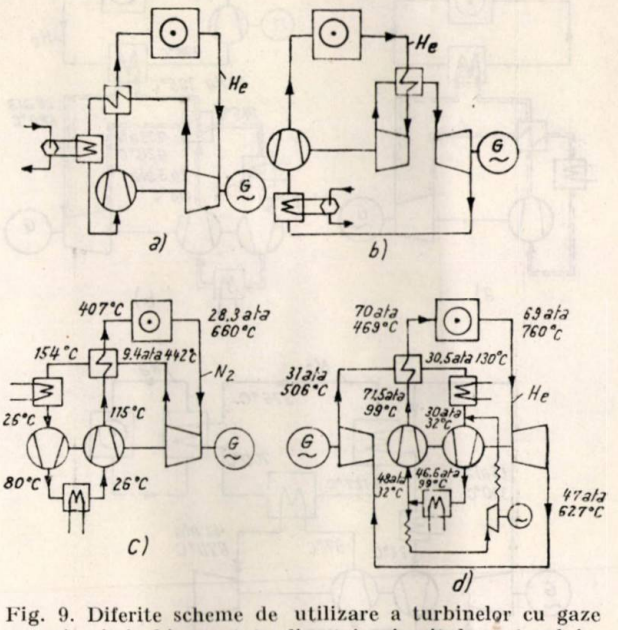


Fig. 9. Diferite scheme de utilizare a turbinelor cu gaze cu circuit închis montate direct în circuitul reactorului.

O altă schemă cu un singur circuit este redată în fig. 9,*c* și reprezintă turbina cu gaze Escher Wyss tip TUKO-52 pentru centrale atomo-electrice. Ca răcitor și în același timp ca fluid de lucru se utilizează azotul, drept combustibil oxidul de uraniu (UO_2), iar ca moderator grafitul.

Luînd ca purtător de căldură heliul, cu o presiune inițială $p_i = 70$ ata și o temperatură inițială $t_i = 760$°C, firma Escher Wyss a proiectat o turbină cu gaze de 60 MW pentru centrale atomo-electrice.

Schema instalației, cu parametrii heliului în diverse puncte este dată în fig. 9, *d*.

Principiul de reglare este același ca și la turbinele obișnuite cu gaz în circuit închis.

2.1.2. **Turbine cu gaze montate în afara circuitului reactorului.** Pentru o securitate biologică mai mare, s-a căutat ca turbina cu gaze să se monteze în afara circuitului reactorului. Schemele sînt proiectate în două sau trei circuite separate.

În fig. 10,*a* este redat un astfel de circuit proiectat în Anglia. În circuitul reactorului purtătorul de căldură este un metal lichid, iar turbina cu gaze funcționează cu aer în circuit închis.

Este interesant proiectul unei instalații de forță atomică cu turbină cu gaze cu o putere de 15 MW, pentru vase maritime. Instalația

este prevăzută să utilizeze ca răcitor bismut lichid, iar drept corp de lucru azot. Specificul instalației îl constituie amplasarea schimbătorului de căldură intermediar în corpul reactorului. Azotul, trecînd prin schimbătorul de căldură, își ridică temperatura de la 407°C la 700°C, la

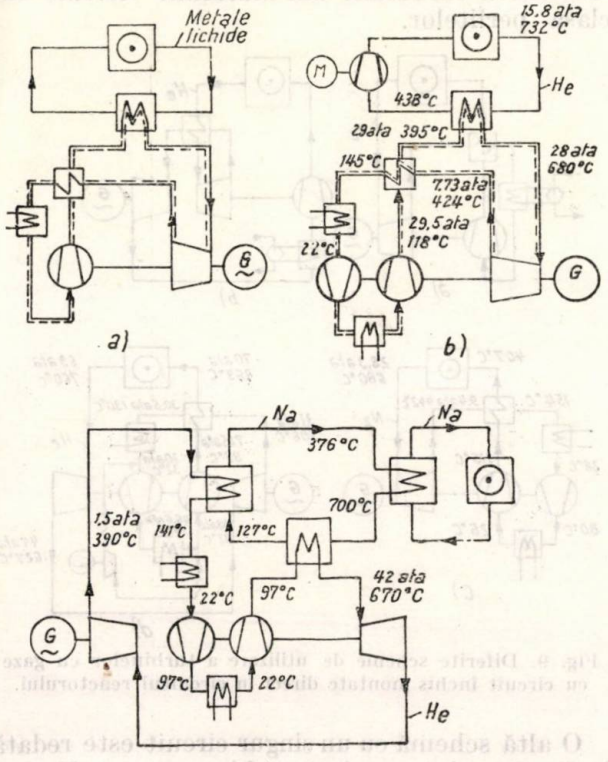


Fig. 10. Diferite scheme de utilizare a turbinelor cu gaze cu circuit închis montate în afara circuitului reactorului

presiunea de 35,5 ata. După destinderea în turbină, azotul are parametrii 9,2 ata și 440°C. Randamentul la cuplă al instalației este de 34,1%.

În Statele Unite s-a proiectat o centrală atomo-electrică de 5 MW cu o turbină cu gaze în circuit închis. Instalația, a cărei schemă este dată în fig. 10,*b*, are două circuite: primul, compus din reactor, schimbătorul de căldură intermediar și suflanta de gaze, iar al doilea, circuitul turbinei cu gaze. În primul circuit circulă ca purtător de căldură heliu, iar în cel al turbinei cu gaze, aer. Parametrii purtătorilor de căldură în diverse puncte sînt trecuți pe schema din fig. 10, *b*. Reactorul folosind drept combustibil UO_2 cu un conținut de 10% uraniu 235, are o putere termică de 20 MW.

Centrala este proiectată pentru funcționare neîntreruptă timp de 6 luni.

O schemă cu trei circuite separate a fost prelucrată de firma engleză Rolls-Royce pentru o turbină cu gaze de 15 000 CP utilizată la vase maritime (fig. 10,*c*).

În primul circuit care unește reactorul cu schimbătorul de căldură intermediar, circulă sodiu lichid. În al doilea circuit, unind schimbătorul de căldură intermediar cu preîncălzitorul de gaze, circulă tot sodiu lichid. În al treilea circuit al turbinei cu gaze, circulă heliu.

A fost ales acest gaz pentru reducerea greutății și gabaritelor turbinelor, compresoarelor și schimbătoarelor de căldură.

2.2. Utilizarea turbinelor cu gaze în circuit deschis în centralele atomo-electrice

Folosirea turbinelor cu gaze în circuit deschis în centralele atomo-electrice necesită o atenție deosebită datorită următoarelor avantaje:

— simplitatea schemei;
— greutăți și gabarite reduse.

Drept corp de lucru în turbinele cu gaze cu circuit deschis în centralele atomo-electrice se folosește aerul. Cum însă aerul nu este un bun răcitor al reactorului, schema instalației se alege de regulă cu două circuite. În primul circuit, purtătorul de căldură poate fi un gaz sau un metal lichid, iar în circuitul turbinei cu gaze, aerul.

Astfel de scheme se utilizează în instalații de forță cu puteri reduse, centrale electrice, vase maritime sau aviație.

În fig. 11 este redată schema unei instalații cu un singur circuit realizat prin adaptarea turbinei pentru vase maritime.

Drept răcitor și corp de lucru se folosește aerul, care la temperatura elementelor de combustie de circa 815°C, se încălzește pînă la 718°C. Puterea utilă a turbinei cu gaze este de 200 kW, iar puterea reactorului este de 2 000 kW. Pierderea de presiune a aerului în circuit este de 5%, iar randamentul la bornele generatorului, de circa 10%.

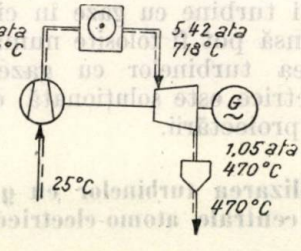


Fig. 11. Schema instalației de turbină cu gaze în circuit deschis utilizate în centrale atomo-electrice.

Se întrevede că folosirea turbinelor cu gaze în centrale atomo-electrice va fi posibilă și în același timp economică, prezentînd următoarele avantaje:

— simplitatea schemei centralei;
— reducerea materialelor și gabaritelor;
— ușurința exploatării [16].

3. CARACTERISTICI TEHNICO-ECONOMICE ALE CENTRALELOR CU TURBINE CU GAZE ÎN COMPARAȚIE CU CENTRALELE TERMO-ELECTRICE CU ABUR

Se vor prezenta în primul rînd avantajele de ordin tehnico-economic general și în al doilea rînd rezultatele comparative ale consumului specific, ale prețului kW instalat și ale prețului kWh produs în centralele cu turbine cu gaze și centrale termoelectrice cu turbine cu abur, de parametri ridicați, avînd drept combustibil gaze naturale.

3.1. Avantajele și dezavantajele de ordin tehnico-economic general ale centralelor echipate cu turbine cu gaze în comparație cu centralele termoelectrice

Avantaje:

— randamente ridicate; de exemplu, la funcționare în circuit deschis cu circuit regenerativ valorile realizate sînt de circa 28 — 32% la grupuri de 25 — 50 MW;

— eliminarea instalațiilor de epurare a apei de adaos;

— reducerea necesarului de apă de răcire;

— presiunea de funcționare a ciclului termic redusă la 5 — 15 ata;

— construcție simplă;

— indici specifici de construcție și greutate reduși: valori maxime pentru puteri mici 0,75 m^3/kW_i, 0,1 m^2/kW_i, 41 kg/kW_i.

— pornire rapidă: 8—12 minute de la starea rece la plină sarcină;

— personal de deservire redus: 0,5 — 2 om/MW;

— consum redus pentru serviciile interne: 1,6 — 2% din energia produsă;

— consum de combustibil redus pentru pornire;

— grupurile utilizate pentru termoficare oferă randamente ridicate și pot fi folosite în afara perioadei de încălzire, ca rezervă rapidă.

Dezavantaje:

— limitarea din punct de vedere constructiv a puterilor unitare, în prezent la 50 MW;

— utilizarea în condiții de exploatare fără dificultate numai a combustibililor gazoși și lichizi și respectiv a gazelor rezultate din gazeificarea cărbunilor în strat. Arderea cărbunilor sub forma pulverizată este în stadiu experimental la unități mici;

— consum ridicat de metale cu o compoziție de Ni, Cr, Mo, Ti, W, care cer o tehnologie avansată, ceea ce în condițiile țărilor cu o industrie în dezvoltare conduce la importul acestora;

— personal de exploatare și întreținere cu calificare ridicată.

3.2. Rezultatele comparative ale consumului specific, ale prețului kW instalat și ale prețului kWh produse în centrale echipate cu turbine cu gaze și centrale termoelectrice echipate cu turbine cu abur de parametri ridicați, avînd drept combustibil gazele naturale

Se vor prezenta indicii tehnico-economici menționați pentru centrale cu turbine cu gaze și cu abur de puteri de 100, 150, 300, 400 și 600 MW [18].

Aceste centrale sînt echipate cu grupuri de 25 și 50 MW pentru centralele cu turbine cu gaze și cu grupuri de 50, 100, 150, 200 și 300 MW pentru centralele cu turbine cu abur.

Calculele au fost efectuate în condițiile din U.R.S.S. considerînd costul combustibilului convențional 40 ruble/t și durata de utilizare a puterii instalate de 6 000 h/an.

În tabela 3 se redau cei trei indici tehnico-economici.

Tabela 3

Numărul și tipul turbinei	Preț kW instalat, ruble/kW	Consum specific combustibil, gce/kWh	Costul kWh, copeici/kWh
1. *Centrale termoelectrice cu turbine cu gaze*			
4 × GTU — 25	1 030	433	4,17
8 × GTU — 25	860	433	3,72
12 × GTU — 25	770	433	3,54
2 × GTU — 50	930	375	3,53
4 × GTU — 50	760	375	3,07
6 × GTU — 50	700	375	2,92
8 × GTU — 50	660	375	2,81
12 × GTU — 50	640	375	2,63
2. *Centrale termoelectrice cu turbine cu abur*			
2 × VKT — 50	980	405	4,66
2 × PVK — 100	870	353	3,22
2 × PVK — 150	780	348	2,85
2 × PVK — 200	750	344	2,65
2 × SVK — 300	710	316	2,37

Din această tabelă reiese că pînă la puterea instalată de 100 MW, centralele echipate cu turbine cu gaze tip GTU-25 prezintă atît investiția specifică, cît și prețul kWh produs mai reduse ca cele ale centralelor cu turbine cu abur.

Centralele echipate cu turbine cu gaze tip GTU-50 prezintă indici mai avantajoși decît acei ai centralelor cu turbine cu abur cu puteri pînă la 200 MW. La puteri mai mari de 200 — — 400 MW, deși centralele cu turbine cu gaze au investiții specifice mai reduse, au în schimb un preț al kWh mai ridicat. Diferența de investiții dintre centralele cu abur și cele cu gaze în acest caz se recuperează din economia de cheltuieli anuale într-un interval de 4 — 8 ani.

CONCLUZII

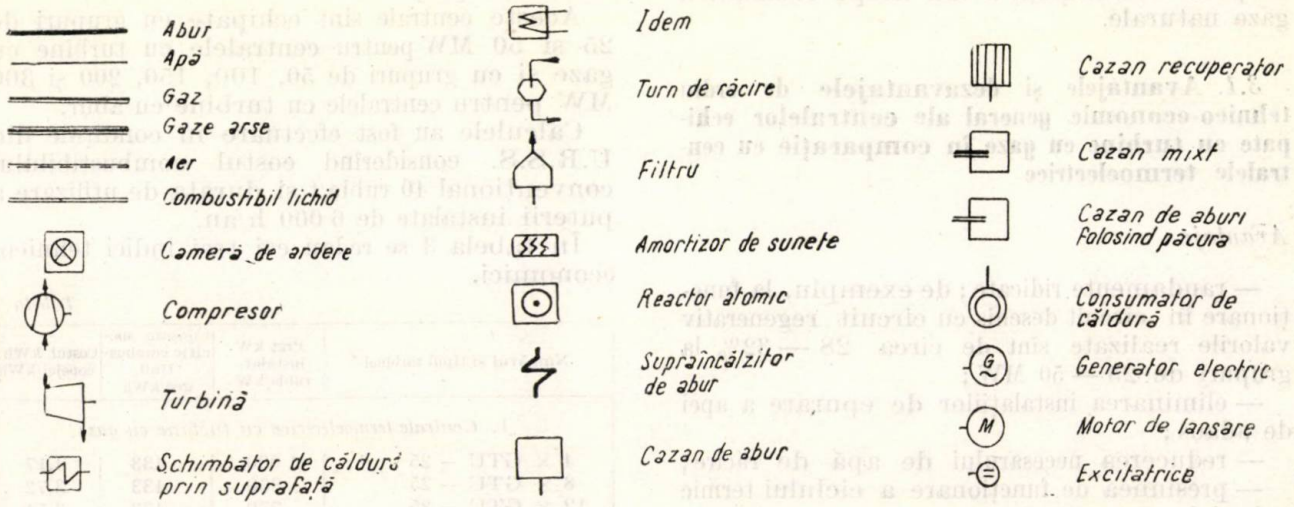
Extinderea în ultimii zece ani a domeniului de aplicare al turbinelor cu gaze în toate ramurile energeticii, ca urmare a indicilor tehnico-economici superiori ce îi oferă, atît în

țările din răsăritul cît și vestul Europei, conduce la necesitatea studierii în detaliu și în condițiile de la noi a oportunității adoptării turbinelor cu gaze.

Din examinările principiale efectuate, a reieșit că la prețurile informative cunoscute în prezent apare indicat a se lua în considerare turbinele cu gaze pentru termoficare și pentru funcționarea la vîrful de sarcină electrică.

Este indicat să se examineze în condițiile de la noi oportunitatea aplicării turbinelor în domeniul energetic, concluziile definitive urmînd a se trage cînd vor exista bazele certe în ceea ce privește costul utilajelor.

Legenda simbolurilor utilizate in scheme.



Exemplu de calcul al ciclului unei turbine cu gaze cu circuit deschis cu puteri unitare de 4, 6, 12 și 25 MW

În cele ce urmează se va arăta mersul calculului ciclurilor termice pentru două turbine cu gaze cu compresie într-o singură treaptă (4 MW și 6 MW) și două turbine cu gaze cu compresie în două trepte (12 și 25 MW), precum și rezultatele obținute.

Deoarece temperaturile fluidului motor au valori la care efectul disocierii este neglijabil, calculul ciclurilor s-a făcut folosind o diagramă entropică $T-S$, cu axe curbe, trasată pentru gaz metan (fig. 12).

Ciclul termic al turbinelor cu gaze cu o singură treaptă cuprinde următoarele evoluții:

1—2 Compresia în compresor; datorită frecărilor, compresia nu este izentropică, ci decurge cu un randament η_c;

2—3 Arderea izobară în camera de ardere a turbinei;

3—4 Destindere în turbină pînă la presiunea atmosferică; evoluția nu este izentropică, ci decurge cu un randament η_t;

4—1 Evacuarea izobară a gazelor care au lucrat în turbină.

Calculul ciclului termic este făcut pentru 1 kmol de aer intrat în compresor.

Pornind de la starea inițială *1* determinată prin parametrii aerului la intrare și urmărind ciclul turbinei (fig. 13), stările agentului motor la sfîrșitul diverselor transformări au fost determinate astfel:

Starea *2* (sfîrșitul compresiei reale) este dată de presiunea p_2 și de entalpia sensibilă I_{S_2}

$$I_{S_2} = \frac{I_{S_{2'}} - I_{S_1}}{\eta_c} + I_{S_1}$$

în care I_{S_1} și $I_{S_{2'}}$ sînt entalpiile sensibile ale punctelor *1* și respectiv *2* (compresia izentropică) ambele citite pe curba $I_S = \varphi(T)$ și η_c randamentul compresorului.

Starea *3* (sfîrșitul arderii) se determină scriind bilanțul energetic care conduce la determinarea lui I_{S_3}

$$I_{S_3} = \frac{I_{S_2} + g \cdot i_c}{m}$$

în care:

I_{S3} este entalpia sensibilă în punctul final al arderii;

g — numărul de kilograme de combustibil ce poate fi ars de excesul de aer λ, citit pe curba N_{2a};

i_c — entalpia totală a unui kilogram de combustibil;

m — numărul de kilomoli de gaze de ardere ce rezultă prin arderea celor g kilograme de combustibil, citit pe curba N_{2b}.

Starea *4* (sfîrșitul destinderii reale în turbină) se determină scriind relația randamentului turbinei din care rezultă:

$$I_{S_4} = I_{S_3} - \eta_t (I_{S_3} - I_{S_{4'}})$$

în care:

η_t este randamentul turbinei;

$I_{S_{4'}}$ — entalpia sensibilă a gazelor de ardere la sfîrșitul destinderii izentropice (4'), citită pe axa entropiei pentru excesul de aer respectiv;

I_{S_4} — entalpia sensibilă a gazelor de ardere la sfîrșitul destinderii reale.

Volumul de gaze de ardere (V_g) rezultate se determină scriind ecuația de ardere care are loc în camera de combustie.

Cantitatea de căldură conținută de gazele de ardere la ieșirea din turbină se determină după relația:

$$Q\left(\frac{\text{k cal}}{\text{h}}\right) = V_g\left(\frac{\text{k mol}}{\text{h}}\right) I_{S_4}\left(\frac{\text{k cal}}{\text{k mol}}\right).$$

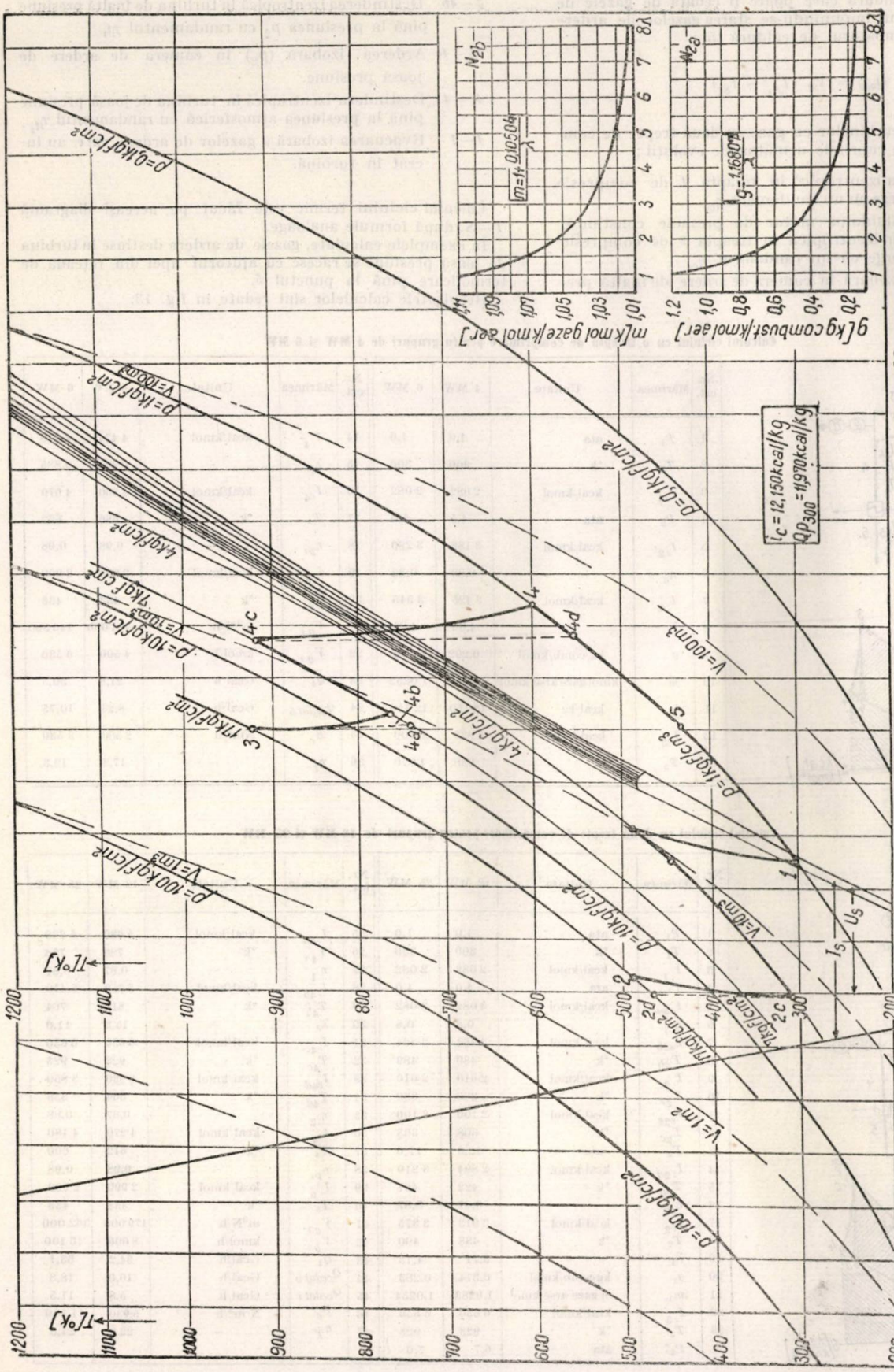


Fig. 12. Diagrama entropică $T-S$ pentru arderea metanului în aer. Exemplul de calcul al ciclului unei turbine cu gaze de 25 MW.

p – presiune (kgf/cm²); V – Volum(m³)/mol); T = temperatură (°K); U_s energie internă sensibilă față de 0°K $\left(\frac{\text{k cal}}{\text{k mol}}\right)$; I_s entalpie sensibilă față de 0°K $\left(\frac{\text{k cal}}{\text{k mol}}\right)$; S – entropie $\left(\frac{\text{k cal}}{\text{k mol}}\right)$ λ – excesul de aer;

i_c – entalpia totală a metanului la 300° K $\left(\frac{\text{k cal}}{\text{kg}}\right)$; Qp_{300} – căldura de reacție a metanului la presiune constantă și temperatura de 300 °K $\left(\frac{\text{k cal}}{\text{kg}}\right)$

Cantitatea de căldură care poate fi cedată de gazele de ardere se determină impunîndu-se starea gazelor de ardere la ieşirea din schimbătorul de căldură (5):

$$Q_{ced} = V_g \ (I_{S_4} - I_{S_5})$$

Ciclul termic al turbinelor cu gaze cu două trepte de compresie şi destindere cuprinde următoarele evoluţii:

1 — 2 b Compresia izentropică în treapta *1* de compresie care decurge cu un randament η_{c_1}

2b — 2c Răcirea fluidului motor de presiune constantă.

2c — 2 Compresia izentropică în treapta *2* de compresie care decurge cu un randament η_{c_2}

2 — 3 Arderea izobară în camera de ardere de înaltă prepresiune.

3 — 4b Destinderea izentropică în turbina de înaltă presiune pînă la presiunea p_2' cu randamentul η_{t_1}

4b — 4c Arderea izobară (p_2') în camera de ardere de joasă presiune.

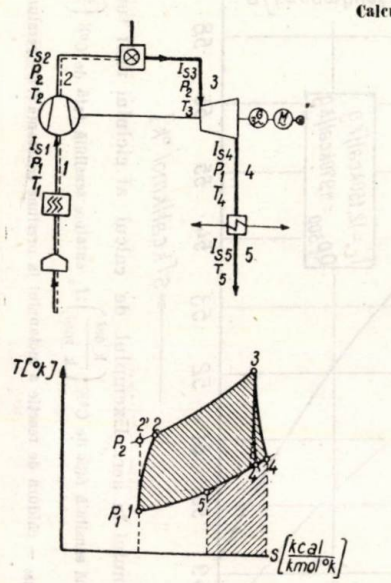
4c — 4 Destindera izentropică în turbina de joasă presiune pînă la presiunea atmosferică cu randamentul η_{t_2}.

4 — 1 Evacuarea izobară a gazelor de ardere, care au lucrat în turbină.

Calculul ciclului termic este făcut pe aceeaşi diagramă *T — S*, după formule analoage.

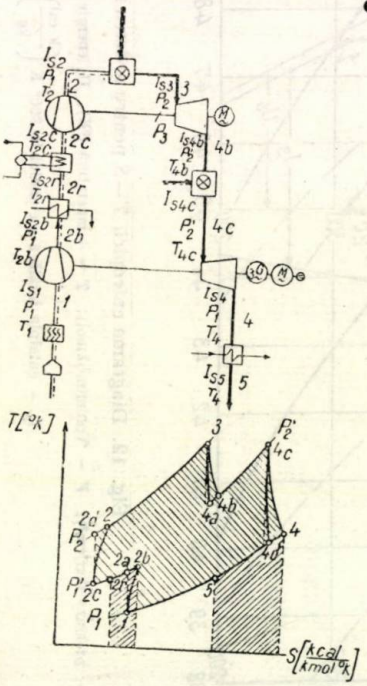
În exemplele calculate, gazele de ardere destinse în turbina de joasă presiune se răcesc cu ajutorul apei din reţeaua de termoficare pînă la punctul *5*.

Rezultatele calculelor sînt redate în fig. 13.



Calculul ciclului cu o treaptă de comprimare pentru grupuri de 4 MW şi 6 MW

Nr. crt.	Mărimea	Unitate	4 MW	6 MW	Nr. crt.	Mărimea	Unitate	4 MW	6 MW
1	P_1	ata	1,0	1,0	14	$I_{4'}$	kcal/kmol	4 474	4 270
2	T_1	°k	300	300	15	λ_t	—	0,835	0,835
3	I_{s1}	kcal/kmol	2 082	2 082	16	I_4	kcal/kmol	4 860	4 670
4	P_2	ata	4,5	5,0	17	T_4	°k	686	662
5	$I_{s2'}$	kcal/kmol	3 180	3 280	18	η_{pr}	—	0,98	0,98
6	η_c	—	0,80	0,82	19	I_{s5}	kcal/kmol	2 990	2 990
7	I_2	kcal/kmol	3 425	3 545	20	T_5	°k	433	433
8	λ	—	4,00	4,25	21	V_{g1}	m³N/h	101 000	146 500
9	g	kg/comb/kmol	0,292	0,273	22	V_{g1}	kmol/h	4 500	6 530
10	m	kmol gaze arse/kmol	1,0263	1,0252	23	Q_4	Gcal/h	21,8	30,5
11	i_c	kcal/kg	12 150	12 150	24	$Q_{cedat\,5}$	Gcal/h	8,25	10,75
12	I_{s3}	kcal/kmol	6 820	6 700	25	B_c	Nm³/h	2 580	3 530
13	T_3	°k	938	1 070	26	η_t	—	17,8	19,3



Calculul ciclului cu două trepte de comprimare pentru grupuri de 12 MW şi 25 MW

Nr. crt	Mărimea	Unitate	12 MW	25 MW	Nr. crt.	Mărimea	Unitate	12 MW	25 MW
1	P_1	ata	1,0	1,0	25	I_{4a}	kcal/kmol	5 630	5 230
2	T_1	°k	300	300	26	T_{4a}	°k	786	738
3	I_{s1}	kcal/kmol	2 082	2 082	27	η_1	—	0,87	0,87
4	P_1'	ata	4,0	4,0	28	I_{4b}	kcal/kmol	5 750	5 410
5	I_{s2a}	kcal/kmol	3 082	3 082	29	T_{4b}	°k	810	764
6	η_{c1}	—	0,8	0,8	30	λ_2	—	15,3	11,0
7	I_{s2b}	kcal/kmol	3 364	3 364	31	I_{4c}	kcal/kmol	6 630	6 630
8	T_{2b}	°k	489	489	32	T_{4c}	°k	923	923
9	I_{2r}	kcal/kmol	2 610	2 610	33	I_{s4d}	kcal/kmol	3 930	3 850
10	T_{2r}	°k	380	380	34	T_{4d}	°k	564	555
11	I_{s2c}	kcal/kmol	2 100	2 100	35	η_2	—	0,87	0,88
12	T_{2c}	°k	308	308	36	I_4	kcal/kmol	4 270	4 180
13	P_2	ata	12,0	17,0	37	T_4	°k	612	600
14	I_{2d}	kcal/kmol	2 894	3 210	38	η_{pr}	—	0,98	0,98
15	T_{2d}	°k	422	467	39	I_5	kcal/kmol	2 990	2 990
16	η_{c2}	—	0,87	0,87	40	T_5	°k	433	433
17	I_2	kcal/kmol	3 013	3 375	41	V_{ga}	m³N/h	179 000	362 000
18	T_2	°k	438	490	42	V_{g1}	kmol/h	8 000	16 100
19	λ_1	—	3,71	4,13	43	Q_4	Gcal/h	34,2	63,1
20	g_1	kg comb/kmol	0,314	0,283	44	$Q_{cedat\,5}$	Gcal/h	10,0	18,8
21	m_1	ol gaze arse/kmol	1,0283	1,0254	45	$Q_{cedat\,r}$	Gcal/h	5,8	11,5
22	I_3	kcal/kmol	6 650	6 650	46	B_c	N m³/h	5 930	11 500
23	T_3	°k	923	923	47	η_T	—	22,9	24,5
24	P_2'	ata	6,7	7,0					

Fig. 13, Calculul termic al ciclului turbinelor cu gaze în circuit deschis, cu puteri unitare de 4, 6, 12 şi 25 MW.

Bibliografie

[1] Bărănescu G. *Calculul proceselor de ardere* Ed. Academiei R.P.R. (1955).
[2] White A. O. *Poziția turbinei cu gaze în producția de energie electrică* Combustion, nr. 12 (1955—1956), p. 49—56.
[3] Zinkl R. *Centrala electrică de termoficare „Vahr" a uzinelor de stat din Bremen* B.W.K. — vol. 9(1957), nr. 12, p. 575—578, 4 fig.
[4] Blaskowski H. J. și Singer J. G. *Ciclul turbinei cu gaz-cazan recuperator* Combustion, mai (1957), p. 38—44, 12 fig.
[5] x x x *Utilizarea căldurii de eșapament de la turbina cu gaze* Power Engineering, iunie (1957), p. 84—85, 112, 114, 116, 3 fig., 1 tab.
[6] Iliuhin N. V. *Turbinele cu gaze în energetica Angliei* Energomașinostroenie 3 (1957) nr. 1 (ianuarie) p. 28—31, 7 fig.
[7] x x x Revista Brown-Boveri nr. 4/5, aprilie-mai (1957) p. 190—217, 46 fig.
[8] Schnee J. T. *Teoria turbinelor cu gaze* (traducere din l. rusă) Berlin, Verlag Technik (1952), 414, p., 274 fig.
[9] Pakșver V. B. *Indici tehnico-economici ai centralelor termoelectrice de mare putere* Moscova-Leningrad Gosenergoizdat (1957), 64 p., 274 fig.
[10] Curocikin N. N. *Influența parametrilor de bază în procesul de funcționare al camerei de ardere a turbinelor cu gaze* Energeticeskii Buletin nr. 2 februarie (1950) pag. 16—20, 11 fig.
[11] Friedberger J. *Studiul unui ansamblu turbină cu gaz-cazan recuperator alimentînd în același timp o distribuție de electricitate și o distribuție de căldură.* A 5-a Conferință mondială a Energiei, Viena (1956) vol. 9, pag. 2 609 —2 619.
[12] Roberto de Pieri: *Probleme privind producția proprie de energie electrică de către marii consumatori.* A 5-a Conferință Mondială a Energiei, Viena (1956) Vol. 9, pag. 2 741—2 756.
[13] x x x *Protocolul încheiat la grupa de specialiști, la ședința din 20.IX.1957, Leningrad, în cadrul secției 1 CAER, Construcții de mașini.*
[14] Burducea C. și Podașcă Gh.: *Turbina aerodinamică pentru centrale electrice,* Energetica nr. 10 (1957), pag. 489—493, 7 figuri.
[15] x x x *Instalație suedeză de turbine cu gaze de 40 000 kW, cea mai mare unitate de turbină cu gaze construită pînă astăzi.* MTZ, 17 (1956) nr. 2 (februarie), pag. 28.
[16] Salikov A. P. *Instalații de turbine cu gaze,* Moscova-Leningrad-Gosenergoizdat (1958), 288 pag.
[17 Hansenblas H.: *Folosirea turbinei de gaze în uzine siderurgice,* Energie nr. 6 (1957), pag. 216—221.
[18] Jilin V. G. *Economia efectivă a utilizării gazelor naturale drept combustibil energetic,* Electriceskie Stanții nr. 7 (1958), p. 2—8, 2 fig., 9 tabele.

Prepararea și arderea prafului cu granulație mare provenit din măcinarea cărbunilor inferiori din R.P.R.

Ing. ALEXANDRU CURELARU

În ultimii ani, atenția unui număr din în ce mai mare de energeticieni este îndreptată spre folosirea cărbunelui inferior în centralele termoelectrice. Pentru a se reduce pe cît posibil cheltuielile de investiții cu instalațiile necesare preparării prafului de cărbune și pentru a se micșora la minimum consumul de energie electrică pentru măcinarea cărbunelui, s-au propus și experimentat diferite soluții. Astfel, morile cu puț au început să fie din ce în ce mai răspîndite (în special în U.R.S.S., unde calitatea cărbunelui este aptă utilizării lor), iar Germania, Ungaria și în ultimii ani și U.R.S.S. au trecut la fabricarea în serie a morilor cu ventilator de sfărîmare, cu care s-au obținut consumuri proprii minime de energie electrică pe tona de cărbune măcinat (4 — 6 kWh/t) [1].

Cercetările întreprinse de diferite institute de specialitate din U.R.S.S. (VTI, VNIIT) au arătat că în cazul cărbunilor inferiori cu procent mare de volatile (din bazinul Moscova, Bogoslav, Celeabinsk) pentru a arde cu succes combustibilul pulverizat este important ca praful să nu conțină granule mai mari de 0,9 mm [2]. Or în marea majoritate a centralelor pe cărbune din U.R.S.S. praful se caracteriza în perioada 1950 — 1952 prin următorul procentaj :

R_{90} (88 μ) = 20 — 35%
R_{30} (200 μ) = 6 — 10%.

Restul optim al sitei de 88 μ se poate determina și din formula empirică dată de Gravenergoprom în „Norme tehnice pentru calculul și proiectarea agregatelor de cazane".

$$R_{88}\,\mu = 5 + 0{,}6\left(\frac{100 - A^r}{100}\right)L^c\ \%$$

unde :

A^r este conținutul redus de cenușă în combustibil ;
L^c — conținutul de substanțe volatile al întregii mase combustibile.

În exploatare s-a constatat însă că criteriul determinant în alegerea finеții optime de măcinare este condiția ca arderea particulelor de cărbune să fie cît mai completă. Cum este și logic, mai greu ard particulele de granulație mai mare (500—800 μ) a căror ardere completă necesită un timp destul de lung. Arderea granulelor de asemenea mărime este totuși pe deplin posibilă la cazanele cu camere focale înalte, unde arderea se face pe un traseu mai

lung. În afară de aceasta, trebuie avută în vedere valoarea depresiunii în camera focală şi condiţiile în care se face amestecul prafului de cărbune cu aerul, ce depind de tipul arzătoarelor, de vitezele aerului primar şi secundar, de schema de alimentare cu aer secundar. Deci, o dată cu mărirea granulaţiei, apar o serie de probleme legate de ardere, probleme ce trebuie rezolvate în mod complex.

Consumul de energie electrică pentru măcinarea cărbunilor depinde de mărimea granulaţiei, fiind cu atît mai mic cu cît granulaţia este mai mare.

Plecînd de la aceste indicaţii date de literatură şi analizînd rezultatele obţinute de o serie de centrale din U.R.S.S., s-a experimentat arderea cărbunilor inferiori indigeni cu granulaţie mare. Probele s-au făcut la CTE Doiceşti, a cărei instalaţie de cazane şi preparare a prafului se caracterizează prin:

- tipul cazanului circulaţie naturală-ecranat
- volumul camerei focale 723 m³
- înălţimea camerei focale (de la colectorii inferiori la centrul festonului) 22 m
- lăţimea cazanului 7 m
- presiunea 64 at
- temperatura de supraîncălzire 480°C
- debitul maxim 100 t/h
- puterea calorifică a cărbunelui 2 700 kcal/kg
- randamentul garantat la sarcina maximă 80%
- mori cu ciocane cu un debit mediu 7 t/h
- temperatura aerului la intrare în mori 330—360°C
- temperatura amestecului aer-praf la ieşirea din mori 65—85°C
- presiunea aerului primar în moară 180—220 mm C.A.
- presiunea aerului secundar la arzătoarele ciclon (4 bucăţi în total) 100 mm C.A.
- arzătoarele de colţ — cu fantă (4 bucăţi) funcţionează fără aer secundar —
- caracteristica prafului de cărbune $R_{90\mu} = 42 - 45\%$; $R_{200\mu} = 7 - 14\%$; $R_{900\mu} = 1 - 2{,}5\%$; $R_{1\,000\mu} = 0{,}5 - 1\%$

În exploatarea curentă, din lipsa de cărbune cu putere calorifică de 2 700 kcal/kg se consumă un amestec de cărbuni inferiori cu o putere calorifică medie de 1 800 kcal/kg; caracteristicile diferitelor sorturi sînt indicate în tabela 1.

Deoarece puterea calorifică a cărbunelui utilizat este mult inferioară celui din proiect, cazanul funcţionînd numai pe cărbune, produce maximum 60%—65% din debitul nominal. Pentru a se realiza debitul de 100 t/h, se consumă în plus combustibil superior sub forma de gaze de sondă şi păcură. Posibilitatea creşterii consumului de cărbuni ar fi însemnat — pe de o parte — pentru o centrală termoelectrică, rezolvarea depozitării cantităţilor mari de cărbune sosite în timpul verii (ce nu puteau fi consumate) şi — pe de altă parte — economisirea unor cantităţi însemnate de păcură şi gaze (ce ar fi putut fi utilizate mai judicios în alte sectoare ale economiei naţionale).

Ca primă măsură luată a fost asigurarea capacităţii ventilatoarelor de gaze arse în noile condiţii de funcţionare (de la circa 25—28 t/h cărbune la 40—45 t/h). Calculele au arătat că, în cazul funcţionării cu un cărbune de 1 800 kcal/kg, debitul ventilatoarelor de gaze arse trebuie să crească cu 15—20% în raport cu funcţionarea cu un cărbune de 2 400—2 700 kcal/kg, la o aceeaşi temperatură a gazelor arse la coş. Pentru a se evita schimbarea completă a ventilatorului de gaze arse, s-a mărit turaţia ventilatorului existent de la 588 la 735 rot/min., mărindu-se totodată şi puterea motorului de antrenare de la 280 la 360 kW. Modificarea s-a făcut foarte uşor prin cuplarea directă între motor şi ventilatorul de gaze arse, eliminîndu-se reductorul existent. Astfel modificat, ventilatorul de gaze arse se comportă foarte bine în exploatare, asigurînd funcţionarea cazanului la depresiunea normală şi debitul nominal de abur cu un consum de cărbune de 42—44 t/h.

Tabela 1

Analizele elementare ale sorturilor de cărbune consumat

Repartiţie	30%	18%	19%	33%	100%
Mina furnizoare şi sortul	Bazinul Doiceşti 0—700	Filipeştii de Pădure 0—80	Rovinari, Tr. Muntenia, Tr. Ardeal 0—30	Rovinari, Tr. Muntenia, Tr. Ardeal 0—80	Amestecul rezultat
Umiditate total, %	37,00	28,00	40,00	43,00	37,94
Cenuşă la proba de laborator, %	21,40	33,50	29,50	20,20	25,30
Materii volatile, %	25,80	22,30	20,80	26,00	24,29
Cocs, %	37,20	49,70	39,20	31,00	37,91
Cărbune fix, %	15,80	16,20	9,70	10,80	12,96
Carbon, %	25,37	24,64	18,30	22,08	22,77
Hidrogen, %	2,33	2,12	1,68	2,02	2,06
Azot+Oxigen, %	11,74	0,54	9,12	11,70	10,83
Sulf, %	2,16	2,20	1,40	1,00	1,64
Putere calorifică inferioară, kcal/kg	2 110	1 920	1 400	1 690	1 795

Observaţie. Repartiţia indicată a cărbunelui reprezintă media anilor 1957—1958.

Caracteristicile amestecului de cărbune rezultat s-au determinat făcîndu-se media ponderată a cărbunilor componenţi.

Ventilatoarele de aer, ce erau supradimensionate, nu au necesitat modificări, ele asigurînd la o exploatare corectă debitul de aer necesar consumului unei cantităţi mărite de cărbune. Presiunea ventilatoarelor fiind prea mare chiar şi la debitul mărit şi pentru a reduce consumul de energie, s-a redus diametrul rotoarelor cu 100 mm; rezultatele obţinute sînt satisfăcătoare.

Pentru a asigura posibilitatea de uscare a unei cantităţi mărite de cărbune în moară, s-a îmbunătăţit etanşarea canalelor de aer ce alimentează morile. S-au modificat astfel clapele de aer cald şi aer rece de la intrarea în moară, clapele confecţionîndu-se dintr-o singură bucată în loc de patru registre cum erau pînă acum (secţiunea relativ mică a canalelor a permis acest lucru). Marginile clapei şi perimetrul canalului, la locul de montare a clapei, s-au întărit cu fier cornier, fapt ce a permis un contact perfect pe întregul perimetru de închidere între clapă şi orificiul canalului. Prin aceste modificări şi lucrări, temperatura aerului cald la intrarea în moară a crescut cu 25—30°C.

Avîndu-se asigurate condiţiile preliminare, s-a trecut la măsurile propriu-zise de mărire a debitului morilor. Principiul de la care s-a plecat a constat în creşterea debitului morilor prin mărirea granulaţiei cărbunelui măcinat şi a fost realizat prin două măsuri:

1. Mărirea presiunii de aer primar pe moară de la 180—220 mm C.A. —cum recomandase firma furnizoare—la 240—260 mm C.A. Rezultatele obţinute (tabela 2) au arătat că prin creşterea presiunii de aer pe moară debitul acesteia creşte cu circa 1,0—1,5 t/h, fără ca nearsele mecanic şi excesul de aer să crească sensibil faţă de valorile obţinute în exploatarea curentă a cazanelor (tabela 3).

2. Micşorarea rezistenţelor hidraulice de pe circuitul de praf-aer. Modificările s-au efectuat la separatorii de granule ai morilor şi la arzătoarele de colţ. Conducîndu-ne după unele indicaţii date de literatură [3], s-au făcut următoarele modificări la separatorii de granule iniţiali (fig. 1):

Tabela 2

Rezultatele probelor la separatorul iniţial
(Moara cu 42 ciocane — uzura 5%)

Presiunea pe moară	Debitul morii	Consum de energie electrică	Granulaţie			
	D	W	1 000μ	500μ	200μ	90μ
mm C.A.	t/h	kWh/t	%	%	%	%
180	7,32	24,0	2,01	2,67	7,71	43,15
220	7,93	20,2	1,53	2,59	10,50	49,40
260	9,25	19,0	1,28	2,23	12,10	51,61
300	9,40	18,1	2,00	3,30	10,56	52,00

Tabela 3

Rezultatele probelor de nearse la cazane

Data probei şi presiune pe mori	C_1		C_2		C_3		C_4		C_5		C_6	
mm C.A.	n_{sg}	n_c	n_{sg}	n_c	n_{sg}	n_c	n_{sg}	n_c	n_{sg}	n_c	n_{sg}	n_c
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
decembrie 1957 (180—220)	9,25	2,15	8,75	2,16	10,6	3,37	16,10	3,04	14,10	3,50	11,0	2,90
iulie 1958 (180—220)	4,82	0,62	9,80	0,92	3,94	0,76	5,65	0,64	7,9	0,52	4,96	0,56
septembrie 1958 (180—220)	2,03	0,67	9,50	0,80	7,95	0,64	4,04	1,06	5,22	0,30	5,08	0,83
septembrie 1958 (240—260)	4,58	0,39	12,37	0,24	14,27	0,43	0,44	0,48	5,10	0,23	—	—
29 septembrie 1958 (240—260)	4,24	2,40	5,45	1,86	6,64	1,50	8,30	1,16	6,87	1,33	—	—
9 octombrie 1958 (240—260)	15,30	0,91	—	—	6,67	0,35	2,38	1,03	0,47	0,63	1,80	0,62
14 noiembrie 1958 (240—260)	8,98	1,36	6,76	0,74	8,34	0,74	7,55	0,68	—	—	13,03	0,53
Probe C_6 8 octombrie 1958											5,71	1,10
Probe speciale C_2 (240—260)			8,99	1,54								
Probe speciale C_5 (240—260)									5,0	1,03		

a) Prima etapă a modificărilor a constat în scoaterea paletelor directoare şi a mufei telescopice reglabile a separatorului de granule, transformînd astfel separatorul de tip centrifugal combinat cu schimbarea direcţiei în simplu

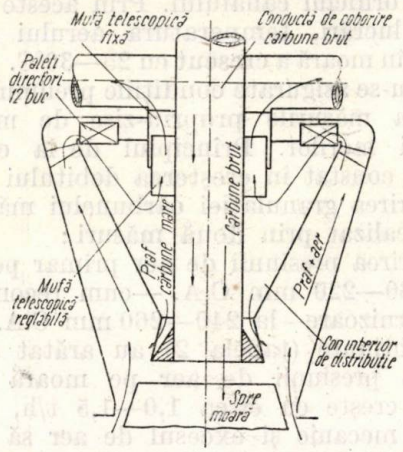


Fig. 1. Separatorul de granule stadiul iniţial.

separator prin schimbarea direcţiei. Datorită faptului că după modificare, particulele de cărbune veneau perpendicular pe conducta de coborîre a cărbunelui brut, ele îşi pierdeau viteza prin ciocnirea de conductă şi granulele mai mari de 100μ se întorceau în moară.

Tabela 4

Rezultatele separatorului modificat

Etapa I (moara cu 42 ciocane— uzura 10%)

Presiune pe moară	Debitul morii	Consum de energie electrică	Granulaţie			
	D	*W*	1 000μ	500μ	200μ	90μ
mm C.A.	t/h	kWh/t	%	%	%	%
180	7,82	21,0	0,19	0,38	2,68	47,25
220	8,46	18,1	0,89	1,34	6,50	54,80
260	8,83	17,2	0,33	0,65	4,05	49,30
300	—	—	0,58	1,32	6,62	56,00

Ca urmare, granulaţia separatorului s-a îmbunătăţit, micşorîndu-se însă şi debitul morii (tabela 4).

b) A doua modificare a separatorului de granule a constat în îndepărtarea completă a conductei telescopice fixe, în micşorarea înălţimii conului interior de separare şi în introducerea cărbunelui separat în conducta de coborîre a cărbunelui brut. Ca urmare, recirculaţia în separator s-a micşorat, unghiul de contact dintre granulele de cărbune măcinat şi conducta de coborîre a cărbunelui brut s-a micşorat sub 90°, granulaţia a crescut în diapazonul 90—200 μ rămînînd practic aceeaşi în diapazonul 500—1 000 μ, iar debitul morii a atins 8,5 t/h la 180 mm C.A. şi 10,1 t/h la 260 mm C.A., consumul propriu scăzînd respectiv la 17,2 kWh/t şi 15,6 kWh/t faţă de circa 22—24 kWh/t, cît era iniţial (tabela 5).

c) A treia modificare experimentală s-a făcut prin micşorarea şi mai accentuată (cu circa 250 mm faţă de valoarea iniţială) a înălţimii conului de separare. Odată cu aceasta s-a

Tabela 5

Rezultatele separatorului modificat

Etapa a II-a (moara cu 42 ciocane— uzură 10%)

Presiune pe moară	Debitul morii	Consum de energie electrică	Granulaţie			
	D	*W*	1 000μ	500μ	200μ	90μ
mmC.A.	t/h	kWh/t	%	%	%	%
180	8,50	17,2	0,55	1,24	12,00	60,80
220	9,13	16,5	0,18	0,91	10,70	59,50
260	10,10	15,6	0,50	2,10	16,10	61,80
300	—	—	0,56	2,25	14,85	55,10

Tabela 6

Rezultatele separatorului modificat

Etapa a III-a (moara cu 42 ciocane — uzura 15%)

Presiune pe moară	Debitul morii	Consum de energie electrică	Granulaţie			
	D	*W*	1 000μ	500μ	200μ	90μ
mm C.A.	t/h	kWh/t	%	%	%	%
180	7,75	18,2	0,36	0,96	6,80	45,34
220	8,16	17,8	0,28	1,26	9,23	47,50
260	8,80	16,8	0,59	2,87	16,40	53,40
300	—	—	0,83	2,53	16,30	55,00

micşorat şi rezistenţa hidraulică a arzătoarelor de colţ, prin scoaterea paletelor directoare (experienţa a arătat că scoaterea lor din circuitul de praf-aer nu influenţează cu nimic funcţionarea corectă a arzătoarelor de colţ). Ca urmare a acestor modificări, debitul morii a crescut la 12,5 t/h (la presiunea de 260 mm C.A.), iar consumul de energie electrică pe tona de cărbune măcinat a atins cifra record de 11,8 kWh/t (tabela 7 şi fig. 2). În această situaţie, granu-

Tabela 7

Rezultatele separatorului modificat

Etapa finală (moara cu 42 ciocane — uzură 15%)
Arzătoarele de colţ fără elice distribuitoare

Presiune pe moară	Debitul morii	Consum de energie electrică	Granulaţie			
	D	*W*	1 000μ	500μ	200μ	90μ
mm C.A.	t/h	kWh/t	%	%	%	%
180	9,06	18,1	0,21	1,10	11,40	45,80
220	10,30	14,5	0,32	1,50	12,80	46,70
260	12,50	11,8	0,60	3,60	22,30	61,35

laţia de 1 000 μ a rămas practic aceeaşi, crescînd însă apreciabil granulaţia în diapazonul 90—500 μ.

Comparînd rezultatele probelor de la CTE Doicești cu cele obținute în U.R.S.S. — cu lignit inferior — la centralele din Urali rezultă că în cazul măcinării ligniților indigeni granulația mărită reprezintă un procentaj mai redus și deci posibilitatea unui procent de

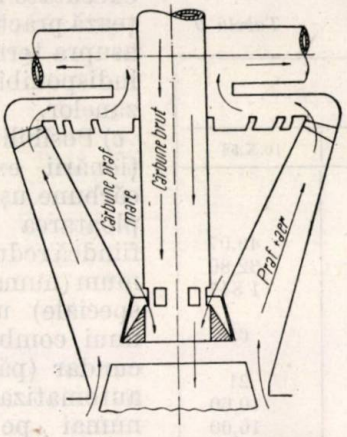


Fig. 2. Separatorul de granule stadiul final.

nearse mecanic mai mic (în condiții similare de ardere, bineînțeles) (tabela 8). Tot din compararea rezultatelor se constată că pentru cărbunii indigeni, procentul granulației optime pentru sita clasică R_{70} (88 μ) este mai mic decît pentru cărbunii sovietici. Acest fapt se explică prin calitatea mai bună a ligniților din U.R.S.S. (putere calorifică inferioară aproape dublă) cît și prin cantitatea mare de volatile ce o conțin (40—43% față de 25% cît au cărbunii inferiori indigeni). În funcție de calitatea cărbunelui, luîndu-se ca parametri de orientare puterea calorifică inferioară și cantitatea de volatile, în U.R.S.S. s-au stabilit tabele quasi-oficiale, în care se indică granulația optimă după restul sitei R_{70} (88μ).

În continuare, s-au făcut probe de funcționare de durată la un cazan al cărui circuit de cărbune praf-aer era modificat ca la punctul „c", cu singura excepție că se introduseseră în separatorii de granule cîte 6 palete reglabile dispuse tangențial la conducta de coborîre a cărbunelui, în scopul micșorării unghiului de contact dintre particulele de cărbune praf și conducta de coborîre a cărbunelui brut. Rezultatele acestor probe, făcute la diferite puteri calorifice ale cărbunelui (tabela 9) au arătat că:

1. Debitul morilor de cărbune a crescut în medie cu 50% (10,5 t/h în loc de 7,0 t/h), iar consumul propriu de energie electrică pe tona de cărbune măcinat a scăzut de la 20 kWh/t, la 16,0 kWh/t.

2. Debitul de abur al cazanului funcționînd numai pe cărbune la o putere calorifică de circa 1 850 kcal/kg a crescut de la 60—65 t/h la 100 t/h, adică pînă la valoarea maximă de durată.

3. Randamentul cazanului s-a menținut peste valoarea garantată de firma furnizoare (s-a obținut valoarea medie de 81,5% față de 80% cît indică documentația tehnică a cazanului și sînt posibilități ca această valoare să fie mărită cu încă 1%).

4. Procentele de nearse mecanic în zgură au atins maximum 11%, iar în cenușă nu au depășit 1,86%, valoarea maximă a pierderilor prin nearse mecanic fiind de 2,48%.

5. Temperatura camerei focale a scăzut de la maximum 1 350°C, cît avea la funcționarea combinată cu cărbune, gaze și păcură, la 1 181°C, ceea ce a favorizat eliminarea completă a depunerilor de zgură pe ecrane (punctul de înmuiere al zgurii la cărbunele utilizat este de circa 1 230—1 250°C). Totodată, cantitatea de steril depusă sub formă de zgură și cenușă în cenușarul focarului a scăzut de la 13% (cît a indicat la probele de garanție cu un cărbune de 2 400—2 500 kcal/kg) la circa 2,5%.

6. Randamentul global al întregului circuit de separare al cenușei (separatorii principali

Tabela 8

Granulația cărbunelui / Localitatea *)	R 1 000μ	R 840μ	R 590μ	R 500μ	R 200μ	R 80—90μ	N_g	N_{cen}	H_u	Volatile
	%	%	%	%	%	%	%	%	cal/kg	%
Reg. Bogoslav	—	4,9	8,3	—	22,8	58,3	15	1	2 700—2 900	43
Reg. Bogoslav	—	2,0	4,0	—	26,5	53,3	14—16	1—1,5	3 150—3 700	43
Celeabinsk	—	—	—	—	25—30	60—61	11—16	1,9—3,2	3 700	43
Indigen	0,5—0,6	—	—	2,64—3,60	16,5—22,3	55,0—61,35	9—15	1,54—2,6	1 800—1 850	24—26

*) Datele pentru cărbunii sovietici au fost luate din literatură [2].

sînt de tipul Van Tongeren), la funcționarea cu granulație mărită, a crescut la 90—91% față de 80—82% cît se obținea pînă acum. Acest fapt permite creșterea consumului de cărbune pe centrală, fără a provoca creșterea cenușei zburătoare pe coș, evitînd astfel modificarea (eventual înlocuirea) actualilor separatori de cenușă — pe care normele sanitare le-ar impune — cît și toate investițiile ce decurg din aceasta.

Tabela 9

Parametrul	Unități măsură	Probe din		
		08.X.58	09.X.58	10.X.58
1. *Combustibil*				
Cenușă (raportată la anhidru)	%	48,01	44,64	49,07
Umiditate	%	31,90	32,64	32,80
Putere calorifică inferioară	kcal/kg	1 796	1 927	1 847
Temperatura amestecului de praf cărbune la ieșirea din moară	°C	58—65	70	65
Umiditatea amestecului praf cărbune la ieșirea din moară	%	—	—	21
Debitul pe mori	t/h	10,90	10,35	10,60
Consum specific pe mori	kWh/t	15,40	16,60	16,60
2. *Abur*				
Debit abur	t/h	103,80	105,30	100,14
Presiunea	at	58,00	59,10	59,0
Temperatura	°C	480	477,50	474
3. *Aer*				
Temperatura exterioară	°C	—	—	17
Temperatura de aspirație	°C	53	51	55
Temperatura înaintea morii	°C	355	360	355
Debit aer	m³/h	45,30	48,30	—
Presiunea de aer pe moară	mm C.A.	220—260	250	240—260
4. *Gaze arse*				
Temperatura camerei focale, cota arzătoarelor	°C	1 140—1 160	1 171—1 181	1 173—1 178
Depresiunea în focar	mm C. A.	3	2	3
CO_2 ieșirea din cazan	%	12,80	12,15	12,05
O_2 ieșirea din cazan	%	7,40	7,27	7,63
5. *Cenușă și zgură*				
Partea de cenușă din steril	%	—	—	97,5
Partea de zgură din steril	%	—	—	2,5
Nearse în cenușă	%	1,07	0,766	1,861
Nearse în zgură	%	11,12	2,16	3,81
6. *Randamentul*	%	81,49	81,93	80,73

Față de rezultatele obținute după circa trei luni de funcționare cu cărbune cu granulație mărită, se pot trage următoarele concluzii:

a) Consumarea ligniților inferiori indigeni la CTE Doicești cu granulație mărită (R 88μ $\approx$ 60% și R 200μ $\approx$ 20 — 23%) este posibilă și avantajoasă deoarece asigură funcționarea cazanelor la debitul nominal numai pe cărbune — la randamentul garantat — și permite reducerea consumului propriu tehnologic (la aceeași cantitate de cărbune consumată anual) cu circa 0,4%.

b) Modificările ce trebuie aduse circuitelor de praf-aer sînt simple, foarte ușor de executat, nu necesită cheltuieli de investiții sau reparații capitale, iar timpul scurt în care ele pot fi executate nu influențează practic cu nimic asupra termenului de indisponibilitate a cazanelor.

c) Posibilitatea funcționării exclusiv cu cărbune ușurează exploatarea cazanelor, fiindcă reduce la minimum (numai în cazuri speciale) utilizarea unui combustibil secundar (păcură), iar automatizarea arderii numai pe cărbune poate funcționa corect în diapazonul 50—100% din debitul cazanelor.

d) Uzura mărită ce se presupune că va apărea la circuitul de praf-aer, ca urmare a creșterii consumului de cărbune, nu prezintă o piedică serioasă, deoarece betonarea acestor circuite a redus mult cheltuielile de întreținere a conductelor de transport al cărbunelui.

e) Ca problemă de viitor rămîne uscarea normală a cărbunelui în moară, în timpul iernii (cînd umiditatea cărbunelui brut depășește uneori 40 — 45%) în scopul menținerii debitului morilor la valorile realizate. Îmbunătățirea uscării s-ar putea face fie prin mărirea temperaturii aerului cald la intrarea în moară, deci o încălzire mai ridicată a lui în preîncălzitorii de aer, fie prin mărirea timpului de contact dintre cărbunele brut și aerul cald (contactul dintre cărbunele brut și aerul cald să se facă înainte de intrarea în moară, pe o porțiune de conductă de 4—5 m, care să nu fie verticală).

f) Tot ca o problemă de viitor ar fi determinarea granulației optime de măcinare a cărbunelui în funcție de sarcina pe cazan. Toate valorile indicate mai sus au fost date pentru

debitul nominal al cazanului. O dată cu scăderea sarcinii pe cazan, scade și temperatura camerei focale, ceea ce provoacă înrăutățirea arderii și deci mărirea procentului de nearse mecanic. Pentru o exploatare economică a cazanelor — la diferite sarcini — se impune deci stabilirea curbei granulației optime a cărbunelui măcinat, în funcție de sarcină (respectiv de temperatura din camera focală). Reglajul granulației se poate face destul de corect prin variația presiunii de aer pe moară, urmînd ca reglajul debitului de abur la sarcini mici (40—60%) să se facă numai cantitativ, adică prin mărirea sau micșorarea numărului de mori în funcție de cazan.

Bibliografie

[1] *** Energomașinostroenie nr. 12/1957, pag. 2.
[2] Faerman S. F. și Suher S. M.: *Prepararea și arderea prafului de cărbune măcinat cu granulație mare*
[3] Zubkov G. A.: *Prepararea și arderea prafului de cărbune cu granulație mare provenit din măcinarea cărbunelui din regiunea Bogoslav*

Studiu privind regimul de funcționare a turbinelor de termoficare cu prize reglabile

Ing. *M.IONESCU* — Borzești

În exploatarea turbinelor de abur, se ivește necesitatea controlului funcționării turbinei atît din punct de vedere funcțional cît și economic, pentru a se influența asupra parametrilor sau asupra regimului de funcționare avîndu-se drept scop îmbunătățirea lor.

În acest sens în lipsa unei diagrame mai complete sînt necesare o serie de calcule ce nu se pot efectua expeditiv lîngă mașina în mers.

În majoritatea diagramelor existente se ia ca bază în determinarea regimului de funcționare puterea turbinei în funcție de debitul de abur introdus $N = f(Q)$, putîndu-se face apreciere și asupra consumului specific $q = \text{kg/kWh}$. Acest lucru este perfect aplicabil la turbinele cu condensație pură, dar nu are nici o valoare practică la turbinele de termoficare cu prize reglabile.

De aceea mai corect este să se considere în acest caz în locul debitului de abur intrat în turbină cantitatea de căldură, ținîndu-se seama de repartiția acestei cantități de căldură pe treptele turbinei cum și de cantitățile de căldură extrase cu ajutorul prizelor reglabile. Aceasta scoate în evidență raportul cantității de căldură extrase la priza reglabilă în producerea energiei electrice, cunoscîndu-se în același timp și influența cantităților de căldură variabile în treptele turbinei.

În diagramele studiate mai jos pentru o turbină de fabricație LMZ tip UPT 25 care funcționează la una din centralele de termoficare din R.P.R. se pleacă la determinarea valorilor necesare de la regimul nominal de condensație pură considerînd energia produsă împărțită în trei trepte de presiune înaltă, medie și joasă.

Ca abscisă este luată cantitatea de căldură introdusă în turbină, iar ca ordonată puterea dezvoltată la bornele generatorului. Puterea produsă este împărțită în trei trepte, în funcție de consumul specific de abur al fiecărei trepte ținîndu-se seama la această împărțire de parametrii de funcționare ai prizelor reglabile.

Energia electrică produsă de cele trei trepte este așezată etajat, deoarece la fiecare treaptă abscisa respectivă reprezintă cantitatea de căldură la intrare, care se va transforma în energie electrică, iar la sfîrșitul destinderii se va observa foarte bine cantitatea de căldură transformată în energie electrică și cea cedată apei de răcire în condensator (fig. 1).

Pentru a se scoate în evidență economicitatea funcționării la regim de termoficare, pe aceeași diagramă se ia mai jos într-o abscisă, paralelă cu abscisa cantității de căldură introdusă în turbină, costul în lei/gcal, iar în ordonată randamentul producerii și transportului aburului.

La trasarea diagramelor și în considerentele de mai jos se fac următoarele ipoteze simplificatoare pentru domeniul de aplicare a metodei:

— costul tonei de abur produse, respectiv costul căldurii livrate de sala cazanelor este constant;

— randamentul sălii cazanelor este constant;

— randamentele interioare ale corpurilor turbinei, randamentul mecanic și randamentul electric al generatorului sînt constante.

Fiecărui regim în funcționare determinat în partea superioară a diagramei îi va corespunde un cost de producție. Turbina cu termoficare VPT 25 are următorii parametri:

Abur la intrarea în turbină	Abur la priza industrială	Abur la priza de termoficare
$P = 70$ ata	$P_1 = 13$ ata	$P_2 = 1{,}5$ ata
$t = 485°C$	$t_1 = 310°C$	$t_2 = 130°C$
$i = 806$ kcal/kg	$i_1 = 732$ kcal/kg	$i_2 = 652$ kcal/kg.

În condensator
$P_3 = 0{,}05$ ata
$t_3 = 38°C$
$i_3 = 560$ kcal/kg

De asemenea $\eta_{gen} = 0{,}97$ iar $\eta_{mec} = 0{,}96$. Considerînd destinderile aburului în turbină, aceasta se poate împărți în mod convențional în trei turbine de înaltă, medie și joasă presiune cuplate pe același arbore. Pentru o înțelegere mai ușoară considerăm la început funcționarea turbinei în pură condensație (fig. 1).

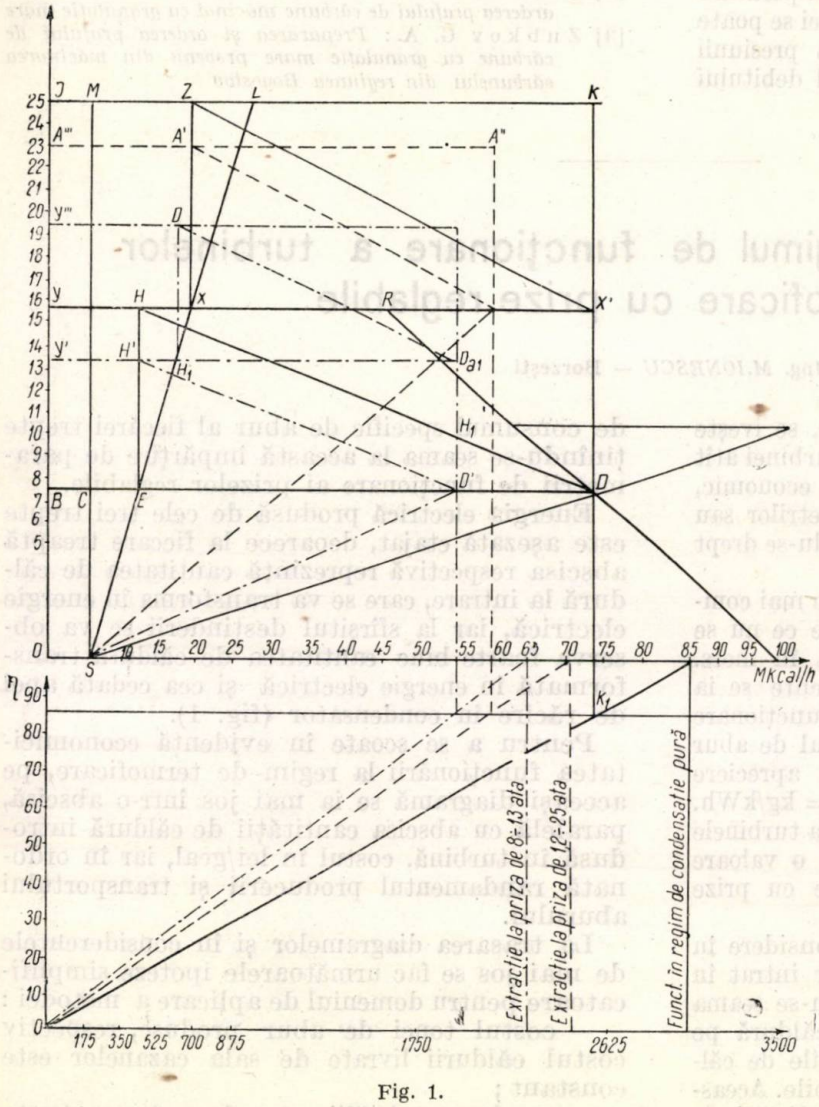


Fig. 1.

Destinzînd pînă la presiunea condensatorului vom găsi următorul consum specific de abur :

$$q = 860\,\frac{i - t_3}{i - i_3} = 2\,700 \text{ kcal/kWh}.$$

Destinzînd pînă la presiunea prizei industriale, adică numai în partea de înaltă presiune a turbinei, vom avea consumul specific de abur pe partea de IP și anume :

$$q_{IP} = 860\,\frac{i - t_3}{i - i_1} = 8\,950 \text{ kcal/kWh}.$$

Aplicînd același raționament vom avea consumul specific de abur pe partea de medie presiune și anume :

$$q_{MP} = 860\,\frac{i_1 - t_2}{i_1 - i_2} = 7\,450 \text{ kcal/kWh}.$$

Și asemănător pentru partea de joasă presiune :

$$q_{JP} = 860\,\frac{i_2 - t_3}{i_2 - i_3} = 5\,740 \text{ kcal/kWh}.$$

Cantitatea totală de căldură exceptînd consumul de mers în gol al turbinei va fi considerată ca abscisă a diagramei și va avea valoarea :

$$Q = qN = 67{,}6 \text{ Mkcal/h}.$$

Consumul de mers în gol al turbinei exceptîndu-se pierderile în cupru va fi :

$$Q = qN\left(\frac{1}{\eta_{mec}.\eta_{gen}} - 1\right) =$$

$$= 5{,}4 \text{ Mkcal/h}.$$

(Segmentul OS).

În ordonata diagramei vom avea puterea N produsă prin destinderea aburului după cum urmează :

$$N_{IP} = \frac{Q}{q_{IP}} = \frac{67{,}6}{8\,950} = 7\,560 \text{ kW}$$

fiind puterea produsă în partea de înaltă presiune $TD = SC$.

Punctul C găsindu-se la intersecția unei paralele la abscisă cu perpendiculara ridicată din punctul S.

Cantitatea de căldură ce va intra în partea de medie presiune a turbinei va fi bineînțeles micșorată cu echivalentul caloric al energiei produse în partea de înaltă presiune și anume :

$$Q_{MP} = Q - 860\ N_{IP} = 61{,}1 \text{ Mkcal} \quad (ED)$$

unde $860\ N_{IP} = \overline{CE}$.

Unind punctul S cu E și prelungind în continuare vom avea față de perpendiculara dusă în punctul S, zona cantităților de căldură, transformate efectiv în energie electrică.

Unind punctul S, cu punctul D vom avea variația liniară a puterii produse în partea de înaltă presiune a turbinei, în funcție de cantitatea de căldură introdusă.

Puterea produsă în partea de medie presiune a turbinei va fi bineînțeles corespunzătoare cu :

$$N_{MP} = \frac{Q}{q_{MP}} = 8\,220 \text{ kW}.$$

Ridicînd din punctul E o perpendiculară cu valoarea puterii găsite în calcul vom fixa punctul N corespunzător punctului Y pe ordonată. Ducînd o paralelă prin N și Y la abscisă vom limita zona de putere produsă în partea de medie presiune.

Unind punctul H cu D vom găsi relația între puterea produsă în partea de medie presiune și cantitatea de căldură introdusă.

În mod analog cantitatea de căldură ce va intra în partea de joasă presiune a turbinei va fi micșorată cu echivalentul caloric al energiei produse în partea de medie presiune și anume :

$$Q_{JP} = Q_{MP} - 860\ N_{MP} = 54{,}03 \text{ Mkcal/h}.$$

Iar puterea produsă pe partea de joasă presiune a turbinei va fi :

$$N_{JP} = \frac{Q_{MP}}{q_{JP}} = 9\,400 \text{ kW}.$$

Ridicîndu-se o perpendiculară din punctul X, vom găsi punctul Z iar pe ordonată corespunzător punctul J.

Orizontala la abscisa JK indică limita puterii produse în partea de joasă presiune, pînă la intrarea aburului în condensator. Segmentul LK reprezintă cantitatea de căldură cedată apei de răcire în condensator adică :

$$Q_P = Q_{MP} - 860\ N_{JP} = 45{,}93 \text{ Mkcal/h}.$$

Segmentul ML va reprezenta cantitatea de căldură transformată efectiv în energie electrică. Perpendiculara pe abscisa TK reprezintă întreaga cantitate de căldură introdusă în turbină pentru a produce o putere de $N = 25$ MW în pură condensație.

Funcționarea turbinelor de termoficare nu este economică în jurul acestui regim studiat pînă acum. Extracția de abur de la priza industrială sau de termoficare, lucru ce pune în evidență economicitatea producerii combinate de energie termică și energie electrică, face ca regimul turbinei să se înscrie în diagramă, în zona din stînga sau dreapta a perpendicularei TK și anume :

Presupunînd că extragem din priza industrială a turbinei de 8—13 ata cantitatea de 18 Mkcal/h vom scade din segmentul ED cantitatea corespunzătoare și vom găsi punctul D'. O paralelă din D' la linia HD ne va da în punctul H' puterea produsă în partea de medie presiune în funcție de cantitatea de căldură introdusă, corespunzînd pe ordonată la punctul Y'. Ducînd prin D' o paralelă la perpendiculara TK și prin $H'Y'$ o paralelă la abscisă vom găsi punctul D_2 corespunzător cantității de căldură ce intră în partea de joasă presiune DH.

O paralelă din D la linia ZX' ne va da în punctul D puterea produsă în partea de joasă presiune, corespunzînd la ordonată lui Y''. Este evident că orice cantitate de căldură extrasă din priza de 8—13 ata va determina un nou regim de funcționare al turbinei, extracția făcîndu-se de la punctul D spre punctul E pe dreapta ce le unește.

Același raționament se aplică și la priza de termoficare de 1,2 ata S, A, A', A''.

Funcționarea turbinei în zona de suprasarcină adică în dreapta perpendicularei TK se poate determina după aceleași considerente arătate mai sus.

Este necesar de remarcat că atunci cînd trebuie să fie menținută sarcina de $N = 25$ MW pe turbină și extracția pe priza industrială de 8-13 ata începe să crească, aceasta nu se va putea face decît după linia DR bineînțeles cu introducerea unei cantități mai mari de căldură în partea de înaltă presiune a turbinei. De asemenea este interesant de remarcat aportul fiecărei părți înaltă, medie și joasă presiune a turbinei la producerea puterii electrice astfel :

1) $$\frac{N_{IP}}{N} = \frac{N'_{IP}}{N'} = \frac{Q}{N'q_{IP}} = \frac{Q'}{N'q_{IP}} = 0{,}302$$

2) $$\frac{N_{MP}}{N} = \frac{N'_{MP}}{N'} = \frac{Q - 860\ N_{IP}}{N - q_{MP}} = \frac{Q' - 860 N'_{IP}}{N' q_{MP}} = 0{,}329$$

3) $$\frac{N_{JP}}{N} = \frac{N'_{JP}}{N'} = \frac{Q - 860\ N_{IP} - 860\ N_{MP}}{N q_{JP}} = \frac{Q' - 860\ N'_{IP} - 860\ N'_{MP}}{N' q_{JP}} = 0{,}376$$

unde : N' este o altă sarcină electrică care poate fi mai mică sau mai mare decît sarcina nominală de 25 MW ;

Q' — cantitatea de căldură corespunzătoare introdusă în turbină.

Relațiile 1) 2) și 3) stabilite pînă acum sînt pentru funcționarea turbinei în pură condensație și nu țin seama de extracția de abur de la prizele reglabile. Pentru a ține cont de cantitatea de abur extrasă la prize și a se cunoaște concomitent raportul $\frac{N_p}{N}$ este necesară o relație $Q'' = P\left(\frac{N_p}{N}\right)$. Fie pentru aceasta considerate triunghiurile DDH, $H'ED'$ și triunghiul $D'H'D$.

Din asemănarea lor rezultă următoarele relații :

$$\frac{N_{MP}}{N''_{MP}} = \frac{Q - 860\ N_{IP}}{Q - 860\ N_{IP} - Q''} \quad (1)$$

$$\frac{N''_{JP}}{N''_{MP}} = \frac{Q - 860\ N_{IP} - 860\ N''_{MP} - Q''}{Q - 860\ N_{IP} - Q''} \quad (2)$$

$$\frac{\frac{Q''}{q_{MP}}}{N''_{MP}} = \frac{Q''}{Q - 860\ N_{IP} - Q''}$$

unde :

Q'' este cantitatea de căldură extrasă din priza de medie presiune ;

N'' — puterea produsă pe turbină considerînd extracţia Q'' ;

N''_{MP} — puterea produsă în partea de medie presiune considerînd extracţia Q'' ;

N''_{JP} — puterea produsă în partea de joasă presiune cu extracţia la medie presiune Q''.

Considerînd rapoartele 1 şi introducînd valorile cunoscute în funcţionarea de condensaţie pură vom găsi :

$$\frac{N''_{MP}}{N_{MP}} = \frac{61 - Q''}{61} = \frac{Q - 860\ N_{IP} - Q''}{Q - 860\ N_{IP}}.$$

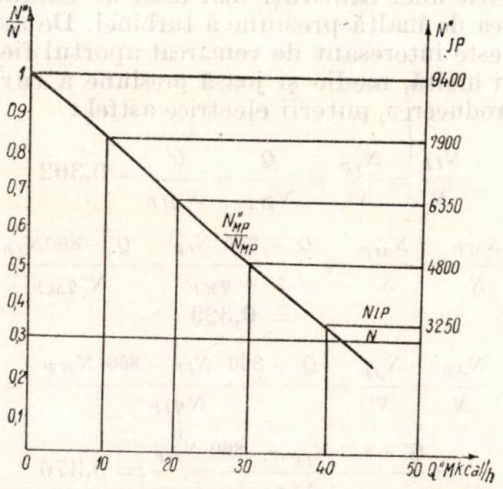


Fig. 2. Variaţia puterii electrice produse funcţie de cantitatea de abur extrasă la priză.

În fig. 2 se poate observa variaţia puterii electrice produse la partea de medie şi joasă presiune a turbinei în funcţie de cantitatea de abur extrasă.

Exemplu : Extrăgînd în partea de medie presiune cantitatea de căldură $Q'' = 10$ Gcal/h vom găsi conform relaţiilor anterioare raportul $\frac{N''_{MP}}{N_{MP}} = 0{,}83$ (adică raportul între puterea electrică produsă în partea de medie presiune ţinînd cont de extracţie şi puterea electrică produsă în regim de condensaţie pură, la putere nominală, a părţii de medie presiune).

În partea din dreapta diagramei se poate observa proporţional, variaţia puterii electrice în partea de joasă presiune în funcţie de extracţia la priza de medie presiune.

O dată cu creşterea cantităţii de căldură extrase pe priza reglabilă de 8—13 ata scad corespunzător şi puterea produsă în partea de medie presiune, cînd raportul $\frac{N_p}{N} = 0$, adică cantitatea totală de căldură este extrasă (cea care iese din partea de înaltă presiune), avem de-a face cu o turbină cu contrapresiune.

Fie considerat pe diagramă în partea inferioară randamentul cazanului şi conductelor la un loc (adică randamentul producerii şi transportului cantităţii de căldură pînă la

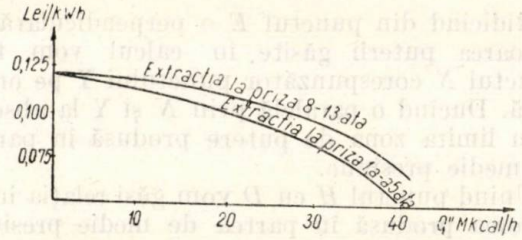


Fig. 3. Variaţia costului energiei electrice produse funcţie de extracţia la prize.

turbină) $\eta = 0{,}85$ iar pe abscisă costul total al cantităţii de căldură consumată (35 lei Mkcal). La valoarea $\eta = 0{,}85$ tragem o paralelă la abscisă. Presupunînd că mergem la pură condensaţie şi $N = 25$ MW vom prelungi în jos perpendiculara TK pînă întîlneşte în punctul K valoarea. Unind punctul O cu punctul K şi prelungind pînă întîlneşte abscisa diagramei vom găsi cantitatea totală de căldură introdusă, pentru a produce şi transporta la turbină cantitatea considerată la început. O perpendiculară din acel punct (în jos) ne va da în lei pe oră costul fiecărui regim de funcţionare.

La funcţionarea cu extracţie din priza reglabilă nu se va considera costul căldurii extrase ci perpendiculara va fi coborîtă din dreptul cantităţii de căldură rămasă mai departe în turbină.

Pentru a scoate în evidenţă regimul cel mai economic de funcţionare este necesar să se facă

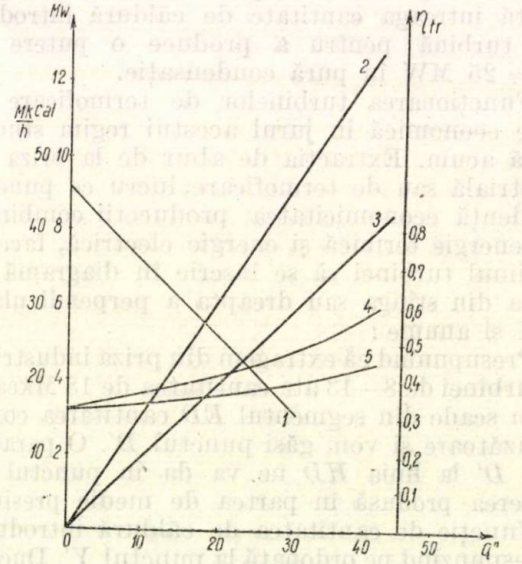


Fig. 4

1 — variaţia cantităţii de căldură cedată condensatorului funcţie de extracţia prizei ; *2* şi *3* — variaţia puterii electrice reprodusă de cantitatea de căldură extrasă ; *4* — cresterea randamentului transformării cu extracţia la priză de 1,2 ata ; *5* — idem, cu extractie la priza de 13 ata.

comparaţia între costul lei/kWh funcţionînd cu extracţia la medie şi apoi la joasă presiune

Din figură se observă în mod evident superioritatea funcționării cu prize de termoficare de 1,2—2,5 ata cît mai încărcat deoarece prețul lei/kWh produs scade cu mai mult de 50%.

În fig. 4 se poate observa cum variază cantitatea de căldură cedată condensatorului în funcție de cantitatea de căldură extrasă la prize. De asemenea se observă creșterea randamentului transformării cantității de căldură în energie electrică o dată cu creșterea cantității extrase la prize și se mai poate observa variația energiei electrice care nu a fost produsă de cantitatea de căldură extrasă.

Tabela 1

N (MW)	G t/h	Pres. abur viu P_0	Pres. priză 8—13 ata P_1	Pres. priză 1,2 ata P_2	Pres. în conductor mm col Mg
12	64	70	5,8	0,93	693
14	76	83	6,7	1,08	693
16	85	87	7,7	1,16	693

Trebuie remarcat că în studiul efectuat pînă acum asupra funcționării turbinei la diverse sarcini pe prizele de termoficare, am considerat că randamentul interior al turbinei rămîne constant. Pentru determinarea variației randamentului interior al turbinei la diferite sarcini, s-au determinat experimental următoarele valori (tabela 1), neglijîndu-se numai pierderile cu viteza de ieșire din ultima treaptă a fiecărei părți considerate.

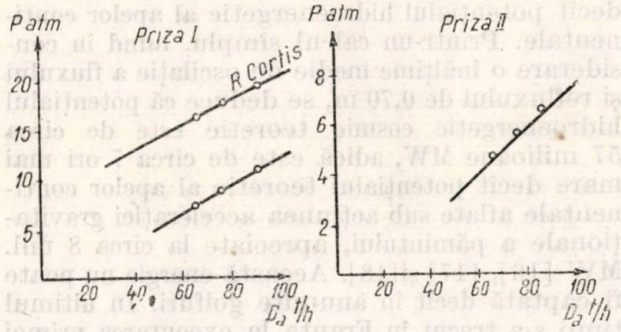


Fig. 5.

Fig. 6.

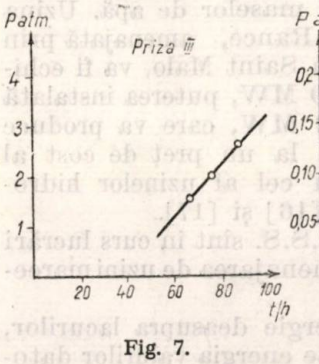


Fig. 7.

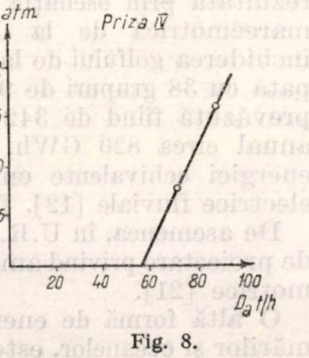


Fig. 8.

Variația presiunii în treptele de control se poate vedea în figurile 5, 6, 7 și 8.

Luîndu-se în considerație faptul că în ultima analiză randamentul interior al unei grupe de trepte este o funcție de forma

$$\eta_i = f\left[\frac{P_0 - P_z}{G \cdot H_0}\right]$$

unde:

P_0 este presiunea aburului la intrarea în grupa de trepte;

P_z — presiunea aburului la ieșirea din grupa de trepte;

G — debitul de abur ce trece prin grupa de trepte;

H_0 — căderea de pe entalpie pe grupa de trepte,

se poate determina într-o diagramă în care se are în vedere diametrul mediu al grupelor de trepte valoarea randamentului interior, în funcție de variația debitului de abur la intrarea în turbină (fig. 9).

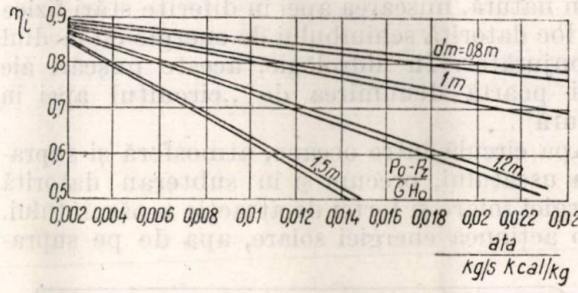


Fig. 9.

Prelucrîndu-se valorile experimentale din tabela 1 s-au determinat următoarele valori ale randamentului interior pe cele trei trepte înaltă, medie și joasă presiune ale turbinei (tabela 2).

Tabela 2

Debit abur viu G. t/h	Partea J.P. η	Partea medie presiune η	Partea joasă presiune η
85	0,723	0,820	0,725
76	0,718	0,815	0,720
64	0,715	0,810	—

De asemenea în fig. 10 se poate vedea cum variază randamentul interior al turbinelor din seria de înaltă presiune.

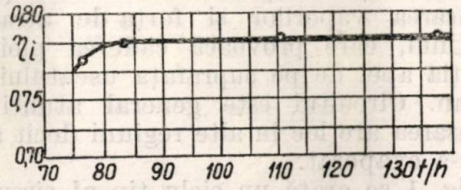


Fig. 10. Variația η_i funcție de debitul de abur, la seria turbinelor de înaltă presiune.

Din cele arătate mai sus se poate trage concluzia că pentru valorile practice necesare la determinarea mărimilor pe diagramă considerarea

valorii constante a randamentului interior al turbinei duce la erori ce se pot neglija.

Urmărirea funcționării turbinelor de termoficare după un regim economic bine determinat ridică eficiența lor pînă la limitele fixate de proiect. Pe diagrama expusă se pot studia și urmări în mod destul de expeditiv regimurile cele mai favorabile din punct de vedere economic și funcțional. Rămîne ca introducerea în practică a celor arătate mai sus să confirme și să îmbunătățească regimul de funcționare al acestor turbine.

Bibliografie

[1] „Energie Tehnic" Nr. 9 (1956)
[2] Sampilovici G. S.: *Permenti rejim raboti parovih turbin. G.S*
[3] X X X: Gosudarstvenoe Engergheticescoe isdatelstvo (1955)

Circuitul apei în natură și potențialul hidroenergetic

Ing. *D. SPIRIDON*

În natură, mișcarea apei în diferite stări fizice are loc datorită schimbului de energie cu mediul înconjurător. În hidrologie, aceste mișcări ale apei poartă denumirea de „circuitul apei în natură".

Apa circulă între oceane, atmosferă și suprafața uscatului, precum și în subteran datorită energiei solare și forței de atracție a pământului. Sub acțiunea energiei solare, apa de pe supra-

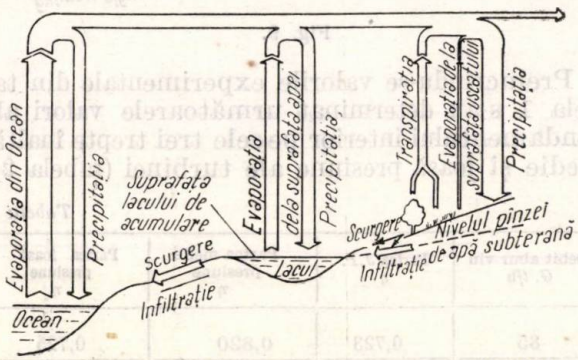


Fig. 1. Circuitul apei în natură cu indicarea distribuției apei între ocean, uscat și aer.

fața uscatului sau a oceanelor se transformă în vapori și se ridică în atmosferă, de unde apoi urmează două circuite, circuitul local și general. Circuitul local, oceanic sau continental este determinat de condițiile termice care produc condensarea vaporilor și forța de atracție a pământului, care provoacă căderea ploilor și circulația apei de pe suprafața uscatului și în subteran. Circuitul este general atunci cînd condensarea are loc în alte regiuni decît acelea unde s-a evaporat.

În fig. 1 se arată un ciclu tip al circuitului apei în natură [1].

Acțiunea gravitațională a pământului determină scurgerea apelor de pe suprafața uscatului și gravitatea cosmică (a lunei și a uscatului) cauzează oscilația maselor de apă la amplitudini pînă la 28 m.

Precipitația (ploaia, zăpada, grindina) reprezintă prima etapă a ciclului continental al apei în circuitul ei din atmosferă la pămînt și întoarcerea prin evaporare de la suprafața uscatului și a apei. Porțiunea acestui ciclu în care apa se scurge sub formă de cursuri de apă spre ocean este aceea care reprezintă cea mai mare importanță din punct de vedere hidroenergetic.

De asemenea, prezintă o deosebită importanță hidroenergetică și oscilațiile maselor de apă (mareele). Potențialul hidroenergetic cosmic teoretic (adică potențialul corespunzător fluxului și refluxului) este cu mult mai ridicat decît potențialul hidroenergetic al apelor continentale. Printr-un calcul simplu, luînd în considerare o înălțime medie de oscilație a fluxului și refluxului de 0,70 m, se deduce că potențialul hidroenergetic cosmic teoretic este de circa 57 milioane MW, adică este de circa 7 ori mai mare decît potențialul teoretic al apelor continentale aflate sub acțiunea accelerației gravitaționale a pământului, apreciate la circa 8 mil. MW [16], [17] și [18]. Această energie nu poate fi captată decît în anumite golfuri. În ultimul timp s-a trecut în Franța la executarea primei uzini hidroelectrice care să utilizeze energie rezultată prin oscilația maselor de apă. Uzina mareemotrică de la Rance, amenajată prin închiderea golfului de la Saint Malo, va fi echipată cu 38 grupuri de 9 MW, puterea instalată prevăzută fiind de 342 MW, care va produce anual circa 820 GWh, la un preț de cost al energiei echivalente cu cel al uzinelor hidroelectrice fluviale [12], [16] și [17].

De asemenea, în U.R.S.S. sînt în curs lucrări de proiectare privind amenajarea de uzini mareemotrice [21].

O altă formă de energie deasupra lacurilor, mărilor și oceanelor, este energia valurilor datorită vînturilor. Energia valurilor, compusă din energie potențială și cinetică, se poate capta numai de-a lungul coastelor și litoralelor.

Deoarece în condițiile țării noastre aceste forme de energie nu prezintă interes practic, nu vom reveni asupra lor și în continuare se va cerceta mișcarea apei la suprafața uscatului, cauzată de accelerația gravitației pământului.

Pe uscat, energia hidraulică se compune din energie de poziție (energia potențială), energie

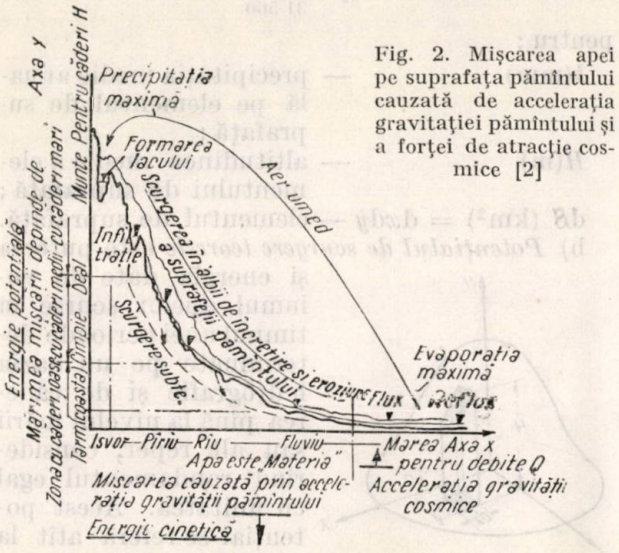


Fig. 2. Mișcarea apei pe suprafața pămîntului cauzată de accelerația gravitației pămîntului și a forței de atracție cosmice [2]

cinetică care corespunde diferitelor viteze absolute, relative sau de rotație ale apei și energiile rezistențelor hidraulice.

În cazul energiei potențiale, relieful pămîntului este cauza stării materiei (mărimea mișcării depinde de poziție). În cazul energiei cinetice mișcarea este cauzată de accelerația gravitației pămîntului. În fig. 2 se arată schematic mișcarea apei pe suprafața uscatului.

În cele ce urmează, din analizarea diverselor etape din circuitul apei pe uscat datorită schimbului de energie cu mediul înconjurător, se vor determina categoriile de potențiale hidroenergetice.

O parte din precipitațiile care cad pe suprafața bazinului de recepție ale unui curs de apă se pierde sub acțiunea soarelui, prin evaporare.

Evaporarea are loc:

— la suprafața uscatului și

— la suprafața apei.

La suprafața uscatului deosebim:

— evaporarea de pe sol, care se referă la pierderile de apă datorite evaporării ploii sau zăpezii care se află atît la suprafața solului, cît și în sol;

— evaporarea apei provenite din ploaie sau zăpadă, captată și susținută în suspensie de vegetație;

— evaporarea prin transpirație care reprezintă pierderile de apă ce au loc prin porii de aspirație a frunzelor sau celelalte suprafețe vegetale. Evaporația și transpirația dispun de cea mai mare parte din precipitații, restul fiind consumat de acumularea subterană și de scurgerea propriu-zisă. Este foarte greu de a se separa efectul transpirației de cel al evaporării apei de la suprafața solului.

Evaporarea la suprafața apei este ca și în celelalte cazuri procesul prin care o cantitate de apă (sau gheață în timpul iernii) se transformă într-o stare gazoasă. Moleculele de apă sînt în stare de mișcare, viteza lor depinzînd în cea mai mare parte de temperatură și o parte din ele trec dincolo de influența de coeziune și rămîn deasupra apei ca vapori care pot oricînd să se transforme în stare lichidă [5].

Precipitațiile care rămîn după ce o parte s-au transformat în vapori prin evaporație și transpirație formează scurgerea. Apele de scurgere dintr-un bazin se compun din scurgerea de suprafață și cea subterană. Scurgerea de suprafață cuprinde cea mai mare parte din precipitații și este cantitatea de ploaie sau zăpadă care contribuie la formarea cursurilor de apă: viroage, ogașe, pîraie, rîuri și fluvii. Scurgerea subterană este formată din ape care se infiltrează prin fisurile unor roci sau prin porii altora, ajungînd să formeze pînze subterane de apă care constituie rezervoarele de apă cele mai interesante pentru hidrologie. Aceste ape alimentează vegetația și mențin cursurile de apă în epocile secetoase.

Apa de scurgere are asupra rocilor care alcătuiesc scoarța pămîntului o acțiune de eroziune, care este proporțională cu masa apei și viteza ei, aceasta fiind condiționată de panta traseului și de volumul apei. Materialul erodat este transportat de apele curgătoare.

Scurgerea de suprafață este modificată de prezența pădurilor și a lacurilor de acumulare naturale sau artificiale. În acest caz are loc o regularizare a scurgerii de suprafață.

Ținînd seama de cele menționate mai sus, ecuația circuitului apei în natură este [1]:

$$\text{scurgerea} + \text{infiltrația} = \text{precipitația} - \text{evaporația și transpirația} \pm \text{schimbul în lacurile de acumulare.} \quad (1)$$

Termenii din stînga relației reprezintă apa în mișcare pe orizontală și verticală, iar cei din dreapta numai pe verticală. [5]

Repartizarea schematică a precipitațiilor este următoarea [5]:

- Precipitații (h)
  - Scurgerea (h_{sc})
    - scurgerea de suprafață
    - scurgerea subterană
  - Evaporarea (h_{ev})
    - la suprafața apei
    - la suprafața solului
      - evaporarea apei la suprafața solului
      - transpirația vegetației
      - evaporarea apei captate și susținută în suspensie de vegetație

S-a notat cu :

h (mm) — precipitația totală care cade de pe un bazin într-un anumit interval de timp ;

h_{sc} (mm)— parte din precipitație care contribuie la scurgerea de suprafață și cea subterană ;

h_{ev} (mm)— partea din precipitație care se pierde prin evaporare.

Ținînd seama de repartizarea schematică a precipitațiilor putem scrie ecuația simplificată a bilanțului hidrologic :

$$h = h_{sc} + h_{ev} \qquad (2)$$

care este forma simplificată a ecuației (1).

Ecuația (2) se mai poate scrie :

$$\frac{h_{sc}}{h} + \frac{h_{ev}}{h} = 1 \cdot \qquad (3)$$

Primul termen al ecuației reprezintă coeficientul de scurgere σ și cel de al doilea coeficientul de evaporare.

Repartizarea precipitațiilor depinde în primul rînd de condițiile meteorologice (precipitații, temperatură, umiditatea relativă, vînturi), de caracteristicile suprafeței bazinului de recepție (dimensiunile, forma și amplasamentul bazinului, topografia și geologia bazinului, gradul de acoperire cu vegetație și cultivare) și de acumulările din bazin (lacuri naturale, rezervoare artificiale). Ecuația bilanțului hidrologic se poate modifica prin acțiunea omului asupra bazinului ; efectul diverselor amenajări hidrotehnice, agrosilvice etc., pot transforma substanțial rapoartele ce există între acești termeni (creșterea precipitațiilor prin ploi artificiale, micșorarea evaporației etc.) [5].

Ținînd seama de ecuația bilanțului hidrologic și de modul cum sînt repartizate precipitațiile și scurgerea, se deosebesc două categorii de potențiale hidroenergetice teoretice :

— potențialul de suprafață și

— potențialul liniar.

Potențialul de suprafață corespunde precipitațiilor și apelor de scurgere, iar cel de al doilea, cursurilor de apă și lacurilor (torenți, rîuri, fluvii și lacuri etc.).

A. Potențialul hidroenergetic de suprafață

a) *Potențialul din precipitații teoretic* este definit ca fiind puterea și energia date de volumul de apă rezultat din precipitații într-o anumită perioadă de timp și căderea de la punctul atins de ploaie și zăpadă pînă la nivelul mării (în cazul potențialului absolut) sau alt reper (pentru potențialul relativ), considerînd randamentul egal cu unitatea.

Dacă ținem seama de fig. 3, unde bazinul de recepție al unui curs de apă este reprezentat ca un corp de rotație cu suprafața secțiunilor orizontale proporționale cu ale bazinului [14], relația care exprimă potențialul din precipitații este :

$$P_p(kW) = K_1 \iint h\, H \mathrm{d}x\mathrm{d}y = K_1 \int_0^S h\, H\, \mathrm{d}S \qquad (4)$$

unde :

$$K_1 = \frac{9.81}{31\,560}$$

pentru :

h(mm) — precipitația medie anuală pe elementul de suprafață ;

H(m) — altitudinea medie a elementului de suprafață ;

$\mathrm{d}S$ (km²) = $\mathrm{d}x\mathrm{d}y$ — elementul de suprafață.

b) *Potențialul de scurgere teoretic* este puterea și energia date de volumul apelor scurse în timpul unei perioade determinate pe un bazin h drografic și de căderea pînă la nivelul mării sau alt reper, considerînd randamentul egal cu unitatea. Acest potențial se referă atît la debitele scurse pe versanți, cît și la debitele cursurilor de apă.

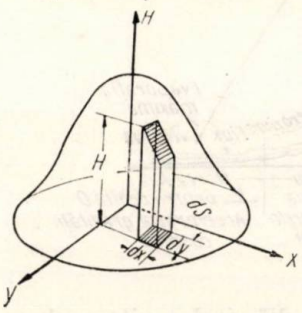


Fig. 3.

Relația care exprimă puterea este redată de următoarea expresie :

$$P_{sc}\,(\mathrm{kW}) = K_1 \iint (h - h_{ev})\, H\, \mathrm{d}x\mathrm{d}y = K_1 \int_0^S (h - h_{ev}) \mathrm{H}\, \mathrm{d}S \qquad (5)$$

unde

$$K_1 = \frac{9{,}81}{31\,560}$$

pentru :

h (mm) — precipitația medie anuală corespunzătoare elementului de suprafață $\mathrm{d}S$;

h_{ev} (mm) — precipitația medie anuală pierdută prin evaporație, corespunzătoare elementului de suprafață ;

H (m) — altitudinea medie a elementului de suprafață

$\mathrm{d}S$ (km²)= $\mathrm{d}x\mathrm{d}y$ — elementul de suprafață.

*

De obicei, potențialul de suprafață se exprimă în energie (kWh).

Astfel, pentru potențialul din precipitații, energia este dată de relația :

$$E_p\,(\mathrm{GWh/an}) = K_2 \iint hH\mathrm{d}x\mathrm{d}y = K_2 \int_0^S hH\mathrm{d}S. \qquad (4')$$

Pentru potențialul de scurgere avem :

$$E_{sc}\,(\text{GWh/an}) = K_2 \iint (h - h_{ev})\, H\, dx dy =$$

$$= K_2 \int_0^S (h - h_{ev})\, H dS. \qquad (5')$$

În relațiile (4') și (5') valoarea coeficientului $K_2 \cong 2{,}72 \times 10^{-6}$, celelalte litere având aceeași semnificație ca și în formulele (4) și (5).

Dacă se ia în considerare faptul că volumul precipitațiilor (hS) și volumul debitelor reale ce se scurg pe versanți ($h - h_{ev}$) S sînt funcție de altitudine (H), atunci formulele (4') și (5') se pot scrie ca integrală de H. În acest caz, integrarea se face pe elemente de înălțime [11].

$$E_p(\text{GWh/an}) = K_2 \int_0^H hS\, dH \text{ și} \qquad (4'')$$

$$E_{sc}\,(\text{GWh/an}) = K_2 \int_0^H (h - h_{ev})\, S\, dH. \qquad (5'')$$

Considerînd în aceste relații $K_2 = \gamma = 1$ t/m^3, greutatea specifică a apei și $S = 1$ km^2 devin respectiv

$$e_p\ (\text{tm/m}^2) = \gamma \int_0^H h dH \text{ și} \qquad (4''')$$

$$e_{sc}\ (\text{tm/m}^2) = \gamma \int_0^H (h - h_{ev})\, dH. \qquad (5''')$$

În acest caz, ecuația (4''') reprezintă *potențialul specific anual din precipitații și este produsul precipitațiilor (h exprimat în m) cu altitudinea unității de suprafață.* În mod analog avem *potențialul specific de scurgere definit ca fiind produsul volumului de apă care se scurge pe unitatea de suprafață în timpul unei perioade determinate cu altitudinea unității de suprafață față de reperul considerat* [6].

Dacă se ține seamă că de obicei debitele de apă ce se scurg pe versanți se exprimă prin debitul specific de scurg re q (l/s, km^2), atunci ecuația (5') se poate scrie sub forma :

$$E_{sc}\,(\text{GWh/an}) = K_3 \int_0^S Hq\, dS = K_3 \int_0^H qS\, dH \qquad (6)$$

unde :

$K_3 = 86 \cdot 10^{-6}$ sau mai exact $85{,}848 \cdot 10^{-6}$ pentru :

q (l/s, km^2) — debitul specific de scurgere, adică q (l/s, km^2) $= \frac{h - h_v}{31{,}56}$; h și h_{ev} având aceleași semnificații ca și în formulele precedente ;

S (km^2) — suprafața bazinului de recepție ;

H (mdM) — altitudinea medie față de nivelul mării.

În calculele analitice ecuațiile (4') și (6) se scriu sub forma de sume :

$$E_p\,(\text{GWh/an}) = K_2 \sum_{i=1}^{n} h_i\ \Delta S_i\ H_{im} \text{ și} \qquad (7)$$

$$E_{sc}\,(\text{GWh/an}) = K_3 \sum_{i=1}^{n} q_i\ \Delta\ S_1 H_{im} \qquad (8)$$

unde notațiile sînt aceleași ca în ecuațiile precedente.

Dacă se scad relațiile (5') și (4'), rezultă :

$$E_p - E_{sc} = E_{ev}\,(\text{GWh/an}) = K_2 \int_0^S h_{ev}\, H dS \qquad (9)$$

adică diferența între potențialul din precipitație și cel de scurgere reprezintă potențialul consumat prin evaporație (potențial corespunzător evaporației).

Potențialul corespunzător apei evaporate trebuie considerat în parte pierdere, deoarece o bună parte din apa pătrunsă în sol este consumată de flora bazinului ; în modul acesta, aprovizionînd bazinul de recepție studiat cu un potențial „forestiero-agricol" [4]. Prin studii de perspectivă s-ar putea stabili condițiile în care acest potențial poate fi transformat economic într-un potențial forestiero-agricol. Acest potențial reprezintă o caracteristică a bazinului.

O altă parte din ape pătrunde în sol și iese ca apă de izvoare, sau în formă de șiroaie de apă sau întîlnește rîul la nivele mai joase cu un potențial mai redus. De asemenea, o altă parte reprezintă pierderi folositoare de apă pentru lucrări de irigare și alte consumuri de apă.

Toate acestea cer ca la întocmirea unui plan de amenajare complex să se țină seama și de potențialul hidroenergetic de suprafață.

Determinarea potențialului precipitațiilor servește la [4] și [6] :

— evaluarea altor categorii de potențiale hidroenergetice în regiunile unde nu sînt stațiuni hidrometrice și unde se găsește o rețea mai densă de stațiuni pluviometrice ;

— studierea variației potențialului hidroelectric, care rezultă în bazine datorită diverselor lucrări efectuate pe bazinul versant ;

— pentru identificarea zonelor de concentrare a potențialului în vederea determinării schemelor de captare a debitelor scurse pe versant în lacuri de acumulare.

Studiul potențialului de scurgere prezintă importanță pentru :

— determinarea limitei superioare a tuturor resurselor hidroenergetice ;

— identificarea zonelor de concentrare a potențialului în vederea determinării schemelor de captare a debitelor scurse pe versant în lacuri de acumulare ;

— determinarea efectelor diferitelor măsuri în bazinele de recepție care pot fi studiate după variația acestui potențial (așa cum s-a arătat mai sus : drenajul mlaștinilor, al lacurilor, dezvoltarea florei și realizarea irigațiilor), în vederea prevederii de măsuri raționale de protecție împotriva efectelor de eroziune pe suprafața bazinului ;

— determinarea potențialului hidroenergetic consumat prin eroziune, care condiționează eroziunea și transportul materialului sedimentar în bazin.

Calculul potențialului din precipitații are deocamdată o însemnătate teoretică, pe cînd potențialul de scurgere reprezintă limita superioară a puterii date de debitele real disponibile și a căderilor în condiția utilizării complete, fără pierderi hidraulice, mecanice și electrice.

Potențialul de suprafață este reprezentat de obicei grafic prin linii echipotențiale (izoplete) exprimînd GWh/km² sau kWh/m².

Potențialul de suprafață a început deja să fie luat în considerare în practica de cadastrare a resurselor hidroenergetice. Astfel, în Austria, Iugoslavia și Italia, s-a făcut o inventariere a potențialului precipitațiilor și de scurgere. De asemenea, studii asemănătoare cu privire la potențialul de scurgere s-au făcut și în U.R.S.S.

La noi în țară, această inventariere este în curs și se efectuează de către Institutul de Studii și Proiectări Energetice (ISPE) în colaborare cu Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

B. Potențialul liniar teoretic al cursurilor de apă

Potențialul de suprafață de scurgere reprezintă energia hidraulică integrală a bazinului. Potențialul de scurgere cuprinde potențialul corespunzător debitelor scurse pe versanți și cel al debitelor cursurilor de apă. Diferența dintre potențialul de scurgere și cel corespunzător cursurilor de apă reprezintă potențialul hidroenergetic consumat pentru erodarea suprafeței versanților [14].

Din circuitul apei în natură, apele care se scurg sub formă de pîraie, rîuri și fluvii, au o deosebită importanță din punct de vedere al forțelor hidraulice. În introducerea Documentului E/ECE/EP/131 „Potențialul hidroenergetic al Europei" se specifică următoarele „*Cursurile de apă care prin căderile și debitele lor oferă posibilități de utilizare constituie în toate părțile lumii un important capital economic*".

Inventarierea potențialului hidroenergetic al cursurilor de apă (cadastrarea forțelor hidraulice pe baza integralei liniare) a început să fie în atenția celor mai multe țări care dispun de resurse hidroenergetice importante. Studierea acestui tip de potențial a început cu mult înaintea studierii potențialului de suprafață, deoarece prezintă un interes imediat. Acest lucru se datorește faptului că majoritatea uzinelor hidroelectrice se dezvoltă în lungul cursurilor de apă [13].

Fiecărui element de lungime dl (m) al unui curs de apă îi corespunde într-o anumită perioadă de timp t un debit anumit Q (m³/s) și o anumită cădere dH (m). Potențialul hidroenergetic corespunzător debitului mediu multianual (Q_m) pe un sector i de lungime infinitesimal dL, al unui curs de apă, cuprins între cotele H_i și H_{i+1} este cel dat de relațiile :

$$P_l(\text{kW}) = K_4 \int_{H_i}^{H_{i+1}} Q_m \, dH \qquad (10)$$

$$E_l\,(\text{kWh}) = K_5 \int_{H_i}^{H_{i+1}} Q_m \, dH \qquad (11)$$

unde K_4 și K_5 au respectiv valorile 9,81 și 9,81 × × 8 760, randamentul fiind considerat egal cu 100%. Din ecuația (11) rezultă că energia latentă a unei căderi de apă este proporțională cu produsul căderii și debitului.

Pentru un sector al unui curs de apă de lungime finită ΔL (km) se poate scrie [20] :

$$P_l(\text{kW}) = K_4\, Q_{mi} \int dH, \text{ cu } Q_{mi} = \frac{1}{2}\,(Q_i + Q_{i+1}) \qquad (10')$$

unde Q_{mi} reprezintă media aritmetică a debitelor medii multianuale Q_i și Q_{i+1} la capetele sectorului i.

În mod analog, formula (11) devine :

$$E_l\,(\text{kWh}) = K_5\, Q_{mi} \int dH. \qquad (11')$$

Pentru întreg cursul de apă se obține :

$$P_l\,(\text{kW}) = K_4 \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{Q_i + Q_{i+1}}{2}\right) \Delta H \qquad (10'')$$

$$E_l\,(\text{kWh}) = K_5 \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{Q_i + Q_{i+1}}{2}\right) \Delta H. \qquad (11'')$$

Potențialul specific liniar se raportă la lungimile cursului de apă :

$$p_l\,(\text{kW/km}) = P_l/L \qquad (12)$$

$$e_l\,(\text{kWh/an, km}) = E_l/L. \qquad (13)$$

Dintre cei doi factori, debit și cădere, primul este mai complex și este cu mult mai greu de determinat, datele referitoare la debite fiind variabile în timp. Al doilea factor, căderea, este cu mult mai stabilă.

La noi în țară, profilele principalelor cursuri de apă au fost stabilite, în majoritatea cazurilor, pe baza nivelmentelor ridicate de către ISPE (Departamentul Energiei Electrice) și de

către fostul IPACA, astăzi CSA (Comitetul de Stat al Apelor).

Cu studiul regimurilor cursurilor de apă din țară se ocupă CSA și parțial ISPE. Există încă multe bazine hidrografice care au lacune în ceea ce privește repartiția stațiunilor hidrometrice și în special ale celor pluviometrice. Stațiunile pluviometrice lipsesc în cea mai mare parte a țării la cote mai mari de 1 000 mdM (zonele importante din punct de vedere hidroenergetic). De asemenea, lipsesc și prelucrările meteorologice corespunzătoare chiar pentru materialul existent.

Valorile cadastrale ale energiei cursului de apă pot fi determinate pentru orice interval de timp pentru diferite debite naturale.

Potențialul liniar este denumit „teoretic" atunci cînd corespunde unei utilizări complete a disponibilului natural, fără a ține seama de situații nefavorabile, cum ar fi existența de mari orașe în depresiunile care ar oferi posibilități de creare de mari lacuri cu acumulare, culturi și drumuri imposibil de a fi mutate, debite rezervate unor folosințe complexe din aval etc. Randamentele de transformare se consideră $\eta = 100\%$.

Această noțiune a resurselor teoretice utilizabile constituie deci un maximum absolut [7].

La determinarea acestui potențial, corespunzător debitelor medii multianuale, se consideră :

— o regularizare totală a debitelor sezoniere ;

— o utilizare integrală a căderilor ;

— randament 100% al instalațiilor hidroenergetice.

Debitele pentru care se calculează de obicei acest potențial în afară de cel mediu multianual sînt [7] :

— $Q_{95\%}$ adică debitul natural disponibil asigurat 95% din timp ;

— $Q_{50\%}$ debitul natural disponibil asigurat 50% din timp ;

— Q_{mi} debitul mediu pe semestrul de iarnă pe aceeași perioadă ca a debitelor medii anuale ;

— Q_{mv} debitul mediu pe semestrul de vară.

Calculele potențialului sezonier (semestrul de iarnă — 1 octombrie la 31 martie — și semestrul de vară — 1 aprilie la 30 septembrie), permite să se prevadă schimburile interregionale, care ar putea să absoarbă excedentul, fie să compenseze deficitul de energie hidroelectrică. Energia de iarnă este mult mai prețioasă decît cea de vară și la amenajarea hidroenergetică este importantă cunoașterea raportului între aceste potențiale.

Potențialul liniar teoretic prezintă un interes imediat în problemele de cadastrare hidroenergetică, întrucît :

— permite comparații cu potențialul de acest gen din alte țări ;

— prezintă o utilizare comodă pentru cunoașterea potențialului hidroenergetic al cursurilor de apă din țara noastră și

— servește în studiul planului de electrificare.

În R.P.R., potențialul liniar teoretic s-a determinat de către ISPE pe baza unor lucrări de studii și cercetări pe teren, corespunzătoare la circa 50% din cursurile de apă.

C. Potențialul tehnic amenajabil

Potențialul teoretic al cursurilor de apă, analizat mai sus, nu poate fi în întregime utilizat datorită pierderilor de căderi, de debit și randamentelor subunitare.

Spre deosebire de potențialul liniar teoretic, potențialul tehnic amenajabil variază în timp datorită perfecționării posibilităților tehnice de utilizare.

Pierderile care trebuie luate în considerare se împart în pierderi fixe și variabile.

Pierderile de căderi datorită scurgerii, prin canalele de aducțiune, vane etc., sînt cuprinse între 3 ÷ 10% ([7] pag. 70). Pierderile de debit prin deversare peste descărcători la ape mari, datorită pierderilor prin neetanșeități etc. variază în general între 2 și 6%.

În procesul de transformare în energie electrică au loc pierderi datorite randamentului turbinelor și generatoarelor. În fiecare uzină pierderile variază cu tipul turbinelor, numărul generatoarelor și puterea lor. (Randamentul optim al turbinelor variază între 0,85 ÷ 0,93, pe cînd randamentul optim al generatoarelor între 0,94 ÷ 0,96 [7].

Aceste pierderi considerate relativ constante, reduc potențialul tehnic amenajabil corespunzător debitului modul la cca 68 ÷ 86% din valoarea potențialului teoretic.

Pierderile variabile sînt datorate fluctuațiilor debitului din cursul perioadei considerate.

La evaluarea potențialului tehnic amenajabil trebuie să se țină seama de posibilitățile de acumulare în bazine, care au rolul să reducă pierderile datorate fluctuațiilor de debit.

În R.P.R. calculul potențialului tehnic amenajabil se determină de către ISPE cu ajutorul unor scheme generale de amenajare hidroelectrică a cursurilor de apă întocmite pe baza unor lucrări de studii și cercetare pe teren corespunzătoare : recunoașterea bazinului, studii privind geologia generală și inginerească în diverse zone importante de-a lungul cursurilor de apă și ridicări topografice (lucrări de nivelment în lungul cursurilor de apă, lucrări de planimetrie în zona de amplasare a barajelor și a viitoarelor cuvete de acumulare). Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească schemele de amenajare hidroelectrică constituie un punct important în inventarierea resurselor hidroenergetice.

La alcătuirea schemei se ține seamă de următoarele principii moderne de amenajare :

— amenajarea cît mai completă a puterii și energiei hidraulice disponibile ;

— concentrarea căderilor în uzini de puteri cît mai mari ;

— crearea oriunde apare posibil, în mod economic, de lacuri de acumulare ;

— recuperarea pe cît posibil a energiei versanților prin prevederea de captări secundare și canale colectoare de coastă ;

— schița de amenajări se oprește la cursurile de apă cu $p < 100$ kW/km ;

— se ține seama de cerințele de gospodărire a apelor la data cînd se întocmește schema generală de amenajare hidroelectrică.

Acest sistem de determinare a potențialului tehnic amenajabil nu se aplică în toate țările care se ocupă cu această problemă.

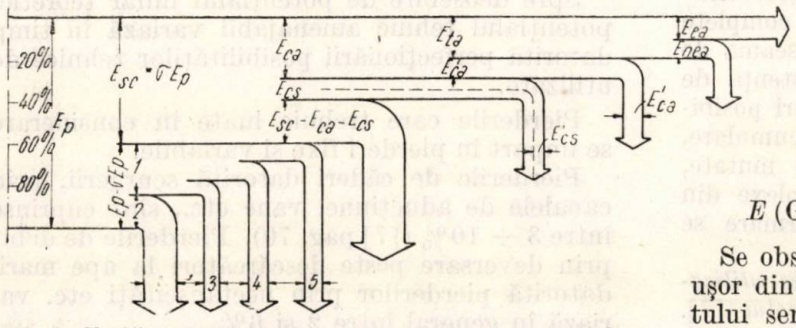


Fig. 4. Clasificarea schematică a categoriilor de potențiale hidroenergetice (după bilanțul hidraulic în natură) :

E_p — potențialul din precipitații (potențial de suprafață) ;

E_{sc} — potențialul de scurgere (potențial de suprafață) ;

$E_p - \sigma E_p$ — energia consumată prin evaporație ;

1 — energie consumată prin evaporarea apei la suprafața solului ; **2** — energia consumată prin evaporare la suprafața apei ; **3** — energie consumată prin evaporarea cantității de apă reținută de plante prin frunze și tulpini ; **4** — energie consumată la suprafața solului prin transpirație ; **5** — energie consumată prin evaporarea apei de la suprafața solului ;

E_{ca} — potențialul cursurilor de apă (potențial liniar teoretic sau energia brută a cursurilor de apă) ;

E_{cs} — potențialul cursurilor de apă subterană (energia brută a cursurilor de apă subterane) ;

E'_{cs} — energia ce poate fi folosită prin diverse amenajări hidrotehnice la suprafața talvegului cursurilor de apă ;

$E_{sc} - E_{ca} - E_{cs}$ — potențial hidroenergetic consumat prin erodarea versanților bazinului de recepție al cursurilor de apă ;

E_{ta} — potențial tehnic amenajabil ;

E'_{ta} — potențial pierdut datorită : pierderilor de cădere, debite, reduceri datorită aparatajului de transformare etc. ;

E_{ea} — potențialul economic amenajabil pentru producere de energie electrică ;

E_{nea} — potențial nerentabil (neeconomic) amenajabil.

Grupa experților pentru Studiul Resurselor Hidroelectrice pentru Europa, din Comisiunea Economică pentru Europa (ONU) a analizat diversele criterii de evaluare a resurselor hidroenergetice ale cursurilor de apă, care să fie comune tuturor țărilor, putîndu-se astfel compara rezultatele din diverse regiuni [7].

Printre aceste criterii de determinare a potențialului hidroenergetic, amintim pe cel propus pentru potențialul tehnic amenajabil [15].

Evaluarea potențialului liniar se face și pe baza debitului semi-permanent, adică al debitului care are o durată de 50% din timp (6 luni, 182,5 zile etc.). Practic, chiar cu lacuri de acumulare nu se poate obține un debit regularizat apropiat de cel mediu, pe cînd debitul semipermanent a cărui valoare variază în general între 90% și 65% din cel mediu ($Q_{50} = 60 \div 90\%\ Q_m$) poate fi regularizat cu acumulări mai mici, volumul de acumulare necesar fiind de ordinul a 10% ÷ 15% din stocul anual.

În acest caz, potențialul tehnic amenajabil se calculează pe baza următoarelor relații în funcție de debitul semipermanent, adică :

$$P\ (\text{kW}) = 9{,}81\ \eta\ Q_{50\%}\ H \qquad (14)$$

$$E\ (\text{kWh/an}) = 9{,}81 \times 8\,000\ \eta\ Q_{50\%}\ H \qquad (15)$$

η — randamentul considerat în calcule 0,85 ;

$Q_{50\%}$ (m^3/s(— semipermanent ;

8 000 (ore/an) — orele reale de utilizare a puterii semipermanente în loc de 8 760 ore/an ;

H(m) — căderea.

Formulele de mai sus se mai scriu :

$$P\ (\text{kW}) = 8\ Q_{50\%}\ H \qquad (14')$$

$$E\ (\text{GWh/an}) \cong 0{,}064\ Q_{50\%}\ H. \qquad (15')$$

Se observă că acest potențial poate fi dedus ușor din cel liniar teoretic corespunzător debitului semipermanent dacă se ține seama de randamentul și orele reale de utilizare a debitului semipermanent [15].

Potențialul tehnic amenajabil determinat pe baza schemei de amenajare include o parte și din energia versanților prin canalele colectoare pe versanții care sînt prevăzuți în schema de amenajare a unei uzini. Din această cauză, la întocmirea Atlasului Resurselor Hidroenergetice ale R.P.R., potențialul tehnic amenajabil nu s-a considerat ca fiind numai liniar și din această cauză nu i s-a dat denumirea de potențial liniar net, așa cum se obișnuiește în cazul precedent, ci *„potențial tehnic amenajabil"*.

D. Potențialul economic amenajabil

Resursele hidroelectrice economic realizabile sînt greu de determinat. Pînă în prezent nu s-au găsit criterii comune de determinare a acestui potențial. Valoarea lor depide în cea mai mare parte de conjunctura economică a momentului. Determinarea acestui potențial nu poate fi realizată pornind numai de la indicii tehnico-economici ai anumitor centrale hidroelectrice luate independent.

Pentru nevoile curente de apreciere a acestui potențial în anumite bazine se face pe baza categoris rii uzinelor prevăzute în schema de amenajare hidroelectrică după prețurile de cost specifice ale energiei produse la bornele generatoarelor și investiția specifică (lei/kW instalat).

Din cauza celor arătate mai sus, inventarierea resurselor hidroenergetice nu cuprinde în toate cazurile și acest tip de potențial, urmînd ca pe

viitor eventual să se găsească criterii comune de determinare și să fie inclus la celelalte categorii de potențial.

Din aceste considerente, cuprinsul Atlasului Resurselor Hidroenergetice ale R.P.R. va cuprinde date pînă la potențialul tehnic amenajabil (inclusiv).

În figura 4 se prezintă o clasificare schematică a potențialelor hidroenergetice pe baza circuitului apei în natură și a bilanțului hidrologic, așa cum au fost analizate mai sus.

Bibliografe

[1] Benson I. S., Bayer G. C. și Thicman V. V. *„Electric Generation, Hydro-Diesel and Turbine Stations".*

[2] Hahnemann H. W. : *„Systematik der Wasserkraftnutzung"* Schweizerische Bauzeitung nr. 32—11 august 1956.

[3] Hahnemann H. W. : *„Systematik der Wasserkraftnutzung"*, Rev. Brennstoff + Wärme + Kraft — Zeitschrift für Energiewirtschaft und technische Überwachung. Vol. 8 (1956), pag. 391/393.

[4] Dr. ing. Jevdjevič M. V.: *„Power Resources of Jougoslavia".* Vol. I. — Investigation methods of water power ressources", Beograd 1956.

[5] Barrows H. K. — *Water Power Engineering*, New York and London, 1943.

[6] Jevdjevic M. V.: *Note sur l'étude des potentiels théorétiques des ressources hydro-électriques de l'Europe.* Document de travail nr. 52, Annexe III.

[7] *Le potentiel hydro-électrique de l'Europe — ses limites materielles, techniques et économiques.* Document E/ECE/EP/131, préparé par la Section de l'Energie électrique de la Division de l'Industrie — ONU.

[8] Gubin F. F. : *Uzini hidroelectrice*, vol. I. traducere din limba rusă, Editura Energetică de Stat.

[9] Prof. dr. ing. Pavel D.: *Hidroenergetica generală.* Editura Tehnică de Stat, București, 1952.

[10] Prof. dr. ing. Pavel D.: *Mașini hidraulice.* Editura Tehnică de Stat, București, 1954

[11] Podani M.: *„Metodologia întocmirii cadastrului hidroenergetic pe teritoriul R.P.R."* Revista Academiei R.P.R. — Studii și cercetări Energetice — Tom. VI, nr. 1, 2 — 1956.

[12] Ing. Salmon P.: *„Evolution de l'économie énergetique française depuis 1950"*, V-ème Conférence Mondiale de l'Energie, Vienne, 1956.

[13] Lernhart M. A. și Sitte F.: *„Problèmes méthodologiques de la statistique des ressources hydroélectriques".* Communication presentée a la Cinquième Conférence Mondiale de l'Energie, tenue à Vienne en Juin 1956.

[14] Akademia Nauk SSSR *„Vodohoziastventi Kadastr SSSR" Metodika Sostavlenia* (Cadastrul gospodăririi apelor în U.R.S.S. — Metodica de întocmire).

[15] Tonini M. D.: *L'Evoluation des ressources hydrauliques d'un pays".* EP/Document de Travail No. 52, Annexe III — octobre 1956 — Commission Économique pour l'Europe.

[16] Dr Ing. Wickert Gerhard, Dortmund: *„Tidal Power"* Water Power 8 (1956) nr. 5 și 6.

[17] Dr. Ing. Wickert Gerhard, Dortmund: *Entwicklung auf dem Gebiet der Gezeitenkraftnutzung".* Der Bauingenieur, Heft 12, Dezember 1957

[18] Die aktuelle IRO-Karte, Nr. 59/1956 : *Elektrizitätserzeugung Wasserkräfte*, München, IRD Verlag, Rev. Wasserwirtschaft, nr. 2 November, 1956.

[19] Constantinescu M. Goldstein M. Horam M. și Solomon V. *Hidrologia*, Editura Tehnică, București.

[20] Prof. dr. ing. Pavel D.: *Potențialul hidroenergetic*, Revista Energetica nr. 7, 1957.

[21] Bernstein L.B.: Uzine electrice de maree, izvor de energie garantată Ghidrotehniceskoe stroitelstvo, 27 (1958), nr. 2, pag. 17—26.

IN AJUTORUL EXPLOATĂRII

Scheme simplificate pentru anclanșarea automată a rezervei (AAR)

Ing. *SUSETTE MARCU* și ing. *PETRE COLUMBEANU*

Printre automatizările ce au început să fie introduse pe scară largă în instalațiile noastre de producere și transport al energiei electrice, în continuă dezvoltare este și anclanșarea automată a rezervei (AAR) în centralele și stațiile electrice.

O schemă de AAR trebuie să conțină elemente (relee, circuite de blocaj etc.), care să satisfacă următoarele condiții :

— să detecteze scăderea tensiunii sub o anumită limită la instalația alimentată de sursa defectată ;

— să asigure separarea de sursa defectată ;

— să controleze dacă întreruptorul sau întreruptoarele AAR sînt pregătite pentru anclanșare (separatoarele închise) ;

— să comande anclanșarea întreruptorului sau întreruptoarelor de AAR.

Pentru primele trei condiții, în schemele curente se prevăd cîte două relee de tensiune minimă, un releu de tensiune maximă și un releu de timp. În practica de proiectare de pînă acum, asemenea scheme complete de AAR se utilizau în toate cazurile, indiferent de specificul schemei de comutație primară la care se aplicau (sau de alte caracteristici ale instalațiilor respective), cu atît mai mult cu cît nici în literatura de specialitate nu se făceau discriminări în această privință. Atît analiza critică a acestor scheme, cît și practica au dovedit că în multe cazuri nu sînt necesare o serie de elemente.

În schemele prezentate aici se vor folosi tocmai diferitele particularități ale schemei primare în scopul renunțării la unele controale și blocaje, fără ca prin aceasta să se altereze operațiunea AAR normală.

1. *Scheme de* AAR *pe cupla barelor de joasă tensiune într-o stație de transformare cu două transformatoare alimentate de la o bară comună*

de înaltă tensiune (fig. 1). Deoarece sursa de alimentare a celor două bare de joasă tensiune este aceeaşi bară de înaltă tensiune, s-a renunţat la sistemul pornirii schemei de AAR în urma dispariţiei tensiunii pe una dintre bare, precum şi la condiţionarea comenzii anclanşării întreruptorului cuplei de prezenţa tensiunii pe bara

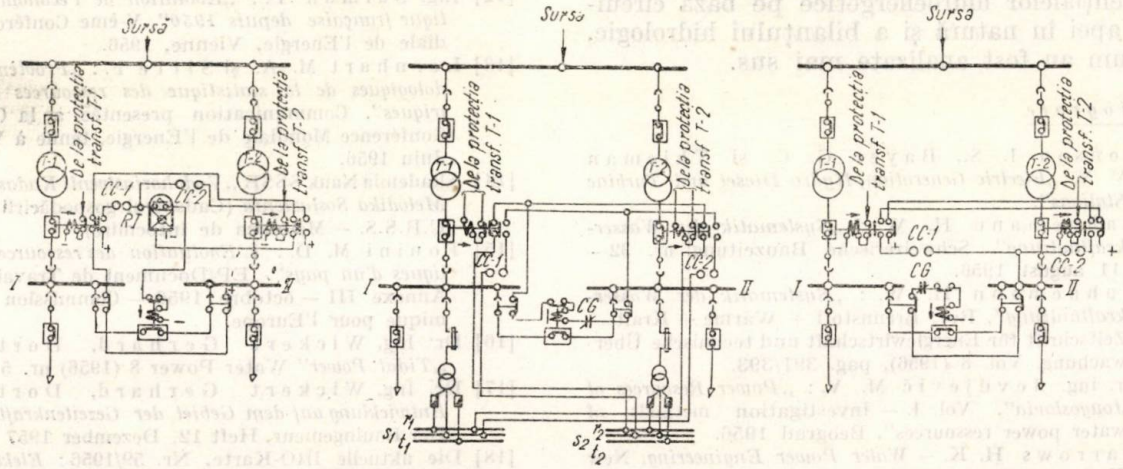


Fig. 1. Scheme de AAR pe cupla barelor de joasă tensiune într-o staţie de transformare:

a – întreruptoare acţionate prin dispozitive cu solenoid-curent operativ continuu; *b* – întreruptoare acţionate prin dispozitive cu greutate sau resort – curent operativ alternativ; *c* – întreruptoare acţionate prin dispozitive cu greutate sau resort – curent operativ continuu. *CC* – 1. *CC* – 2 – contacte ale cheilor de comandă ale transformatoarelor *T* – *1* şi *T* – *2*, închise în poziţia „întreruptor închis"; *RI* – releu intermediar tip Re – 100 cu temporizare la revenire; *CG* – contact al greutăţii sau resortului de acţionare al întreruptorului cuplei închis în poziţia „pregătit pentru anclanşare".

de rezervă. Într-adevăr, dispariţia tensiunii pe una dintre barele de joasă tensiune poate fi cauzată sau în urma unui defect în transformatorul respectiv, cînd are loc deci declanşarea ambelor întreruptoare ale transformatorului prin protecţie, sau în urma dispariţiei tensiunii sursei comune, adică pe barele de înaltă tensiune; în primul caz, controlul poziţiilor întreruptoarelor de joasă tensiune ale transformatoarelor are acelaşi efect ca şi controlul lipsei tensiunii pe barele respective; în al doilea caz, nedeclanşînd nici un transformator, nu are sens anclanşarea întreruptorului cuplei, deoarece ambele bare de joasă tensiune sînt nealimentate.

Pentru această schemă de conexiune primară s-au întocmit trei variante:

V a r i a n t a a. Staţia este echipată cu întreruptoare acţionate prin dispozitive cu solenoid şi are bateria de acumulatori pentru curent operativ continuu. Nerepetarea impulsului de anclanşare se obţine folosind un releu intermediar temporizat tip RE—100.

V a r i a n t a b. Staţia este echipată cu întreruptoare acţionate prin dispozitive cu greutate sau resort şi are curent operativ alternativ. În acest caz nu mai este nevoie de releul RE—100, deoarece prin construcţie, dispozitivul de acţionare al întreruptoarelor nu permite repetarea acţiunii. De menţionat aici (a se vedea schema) că modul de alimentare a bobinei de anclanşare a întreruptorului cuplei cu tensiunile alternative a celor două bare exclude posibilitatea anclanşării întreruptorului, dacă pe bara de rezervă nu este tensiune.

V a r i a n t a c. Staţia este echipată cu întreruptoare acţionate prin dispozitive cu solenoid şi are curent operativ alternativ. Schema este o combinaţie între variantele a şi b.

Remarcă importantă: schemele variantelor b şi c realizează AAR fără relee.

2. *Scheme de* AAR *pentru transformatorul de rezervă într-o staţie* (fig. 2). Pornirea schemei prin elementele de minimă tensiune nu este

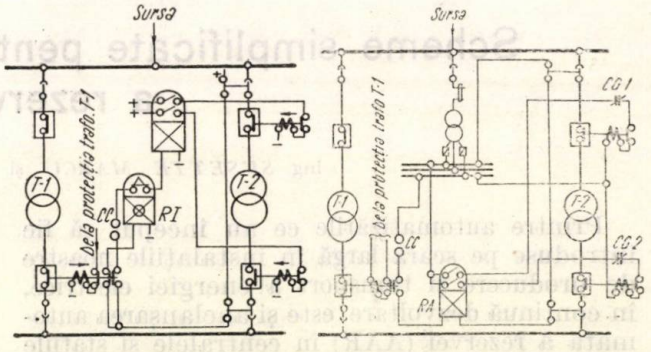


Fig. 2. Scheme de AAR a unui transformator de rezervă;

a – întreruptoare acţionate prin dispozitive cu solenoid-curent operativ continuu; *b* – întreruptoare acţionate prin dispozitive cu greutate sau resort – curent operativ continuu. *CC* – contact al cheii de comandă al transformatorului; *T* – *1*, închis în poziţia „întreruptor închis"; *RI* – releu intermediar tip Re – 100 cu temporizare la revenire; *RA* – releu intermediar pentru transmiterea comenzii de anclanşare a transformatorului *T* – *2*; *CG*1, CG2 – contacte ale greutăţii sau resoartelor de acţionare a întreruptoarelor transformatorului *T* – *2*, închise în poziţia „pregătit pentru anclanşare".

necesară, din motivele arătate mai sus; anclanşarea transformatorului de rezervă se produce la declanşarea de avarie a transformatorului de lucru.

V a r i a n t a a. Staţia este echipată cu întreruptoare acţionate prin dispozitive cu solenoid şi are curent operativ continuu.

Varianta b. Stația este echipată cu întreruptoare acționate cu dispozitive cu greutate sau resort și are curent operativ alternativ. Condițiile sînt aceleași ca și mai sus.

3. În cazul *schemei* AAR *pentru transformatorul de rezervă al serviciilor interne la o centrală*, condițiile sînt identice cu cazul precedent. Scăderea de tensiune pe barele de servicii interne este produsă — în cazul alimentării printr-o derivație de la bornele generatorului — de un defect în derivație sau în generator; în ambele cazuri, protecția prin relee deconectează întreruptorul principal al sursei serviciilor interne și se comandă anclanșarea întreruptorului de rezervă.

Schemele prezentate sînt simplu de instalat și exploatat, conținînd minimum de relee necesare pentru asigurarea tuturor condițiilor mai sus expuse. Unele dintre ele au fost introduse în proiectele cîtorva stații în curs de execuție.

ENERGETICA PESTE HOTARE

Organizarea sectorului energiei electrice și a alimentării cu gaze în Republica Democrată Germană

În baza legii pentru perfecționarea și simplificarea muncii aparatului de stat din 11 februarie 1958 s-a pășit în R.D. Germană și la reorganizarea corespunzătoare a sectorului energetic, în ceea ce privește energia electrică și alimentarea cu gaze.

Ca linie generală organizatorică, locul numeroaselor ministere industriale a fost luat de Comisia de Stat a Planificării, în care s-a reunit activitatea de planificare cu cea de conducere și control. Prin această măsură s-a aplicat în mod consecvent principiul că cel care elaborează planurile conduce și realizarea lor și răspunde pentru îndeplinire. În acest fel se consideră că s-au creat condiții clare de lucru, înlăturîndu-se dubla activitate de planificare din trecut și împărțirea problematică a răspunderii legată de aceasta.

Din punct de vedere organizatoric, toate instalațiile care servesc alimentării regionale cu energie electrică și gaze se concentrează în cîte o întreprindere unică regională de alimentare cu energie, subordonată Consiliului regional. Aceste întreprinderi sînt organizate după o schemă tip, în care o diferențiere între energia electrică și gaze apare numai pe partea tehnică, prin directori tehnici de specialitate. Subordonarea acestor întreprinderi Consiliilor regionale va ameliora sensibil colaborarea cu organele locale ale puterii de stat.

Consiliile regionale conduc direct activitatea acestor întreprinderi prin secția lor energetică, în care se vor reuni și o serie de organe ca Inspecția energetică, împuternicitul energetic, serviciul gazelor și secția căldurii, care se ocupau în trecut cu gospodărirea energiei.

Prin această concentrare se va asigura competența tehnică necesară rezolvării adecvate a marilor probleme energetice ale regiunii.

Consiliul regional, ca organ superior și purtător al sarcinilor de plan și mai ales secția energetică respectivă, are răspunderea întocmirii corespunzătoare a planului și a îndrumării și sprijinirii operative a întreprinderii pentru realizarea lui. De asemenea, Consiliul regional este răspunzător pentru balanța energetică a regiunii, pentru gospodărirea rațională a energiei și pentru realizarea planului de investiții.

Subordonarea întreprinderilor regionale de alimentare cu energie Consiliilor regionale va conduce la rezultatele așteptate, numai dacă se va menține conducerea centrală strînsă a producției, investițiilor și a reparațiilor capitale, punîndu-se interesele economiei generale mai presus de cele regionale.

Conducerea centrală a economiei energetice se face de sectorul „energie" din Departamentul „Industria materiilor de bază" din Comisia de Stat a Planificării. Sectorul are trei grupe: producția și tehnica energiei electrice, producția și tehnica gazelor și grupa economică. Sectorul care lucrează direct cu secția energetică a Consiliilor regionale răspunde de: elaborarea planurilor anuale de producție a energiei electrice și a gazelor, planificarea și conducerea investițiilor, a reparațiilor generale, planul forțelor de muncă, finanțare, balanțele de energie electrică și gaze, dirijarea materialelor contigentate și limitarea celor deficitare, menținerea unei structuri și organizări unitare a acestei ramuri industriale, elaborarea și aplicarea de directive unitare în contabilitate și administrație etc. În vederea asigurării schimbului de experiență și generalizării aplicării celor mai înaintate metode tehnice și a rezultatelor de cercetări științifice, se vor forma grupe de lucru pe specialități.

Una dintre principalele premize pentru dezvoltarea oricărei economii naționale fiind disponibilitatea corespunzătoare a energiei în diferitele forme cerute de consum, sînt necesare

măsuri pentru concentrarea activității în legătură cu folosirea ei rațională. Instituțiile ce au lucrat în trecut în domeniul energiei primare pentru combustibili solizi și lichizi și în domeniul celei înnobilate sub formă de gaze combustibile și de energie electrică trebuie reunite în cadrul unui singur organ central : *Organizația centrală pentru folosirea economică a energiei*, în care să se regăsească fosta *organizație centrală* pentru gospodărirea căldurii, secția centrală pentru folosirea gazelor și secția utilizarea energiei a Institutului de Energetică. Prin aceasta se asigură atît folosirea în fiecare caz a formei celei mai economice de energie, cît și controlul de ansamblu al tuturor formelor de energie folosite într-o întreprindere. Totodată, se creează premizele pentru stabilirea mai repede și mai bună a indicilor și normelor de consum de energie necesare perfecționării planificării în acest domeniu.

Activitatea acestei organizații centrale trebuie să se desfășoare în următoarele direcții :

— Folosirea și consumul economic al combustibililor solizi și lichizi și a căldurii obținute din arderea lor.

— Folosirea și consumul economic al gazelor combustibile de orice natură și a căldurii rezultate.

— Folosirea și consumul economic al energiei electrice.

O secție de specialitate în Departamentul Industriei Materiilor de Bază din Comisia de Stat a Planificării ar urma să îndrumeze și să coordoneze activitatea acestei organizații și să asigure aplicarea măsurilor de raționalizare preconizate. Acestei secții îi revin și sarcinile legate de preluarea activității împuternicitului principal pentru energie din R.D. Germană.

Asigurarea interregională a alimentării cu energie electrică și gaze urmează a fi realizată de un organ central : *Centrala pentru sistemul interconectat*, cu organele sale subordonate corespunzătoare celor trei mari sisteme energetice. Acestui organ îi sînt subordonate încă două întreprinderi destinate asigurării realizării viitoarelor instalații : proiectarea energetică și construcții energetice. Tot de această centrală depinde și *întreprinderea de reparații energetice*. De asemenea, îi revine sarcina de a ține legătura cu organele de învățămînt tehnic superior și de cercetări și de a asigura condiții de practică corespunzătoare studenților în întreprinderi.

Sarcinile ce revin acestei centrale în calitate de executant general al planului de stat sînt foarte mari, atît în domeniul proiectării, construcției și montajului de centrale electrice, cît și de linii electrice de înaltă tensiune. Ca obiective mai importante sînt de menționat centralele termoelectrice în execuție : Berdorf cu profil final de 500 MW în 1962 și Lübbenau cu 1 300 MW în 1962, cît și cele în proiectare : Vetschau 1 200 MW, Egeln 600 MW, Vogelsang 300 MW, Cottbus 1 600 MW și Forst 1 000 MW. La acestea se adaugă încă circa 300 MW în centrale atomoelectrice în cel de al treilea plan cincinal pe lîngă cele în execuție sau proiectare acum.

Pentru determinarea exactă a dezvoltării de perspectivă a rețelelor electrice, lipsesc datele legate de dezvoltarea consumului regional și al marilor industrii. Totuși, pe baza aprecierilor actuale, reiese a fi necesară realizarea pînă în 1965 a unor linii electrice însumînd aproximativ : 500 km linii de 380 kV, 1 100 km linii de 220 kV și 2 000 km linii de 110 kV.

În domeniul alimentării cu gaze sînt de asemenea sarcini importante, legate de creșterea cantităților de transportat la distanță, care vor atinge 90% din cantitatea distribuită. În acest scop, rețeaua de transport trebuie extinsă cu 1 252 km pînă în 1960, în perioada 1961—1965 cu 1 950 km și între 1966—1967 cu 2 170 km. În aceste cifre sînt incluși 670 km de rețea cu presiunea înaltă de 40 at ce se va suprapune rețelei generale de 20 at.

Dacă la obiectivele expuse se adaugă preocupările pentru dezvoltarea interconexiunii cu țările vecine și cele pentru ridicarea continuă a calității exploatării și a economicității investițiilor, se completează marile sarcini energetice ale anilor ce vin și condițiile cărora noua formă organizatorică a sectorului energetic urmează a le face față.

Prof. ing. **I. D. Stănceseu**

(După „*ENERGIETECHNIK*", vol. 8 (1958) nr. 7. pag., 293—300)

Conferința Secției Energetică-Electrotehnică a Filialei Regionale ASIT — București

În conformitate cu prevederile statutare ale Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor, în ziua de 21 decembrie 1958 a avut loc conferința secției Energetică-Electrotehnică a Filialei Regionale ASIT-București, cu scopul de a dezbate activitatea desfășurată de secție în anii 1957 și 1958, pe baza hotărîrilor celui de al II-lea Congres ASIT, de a alege noul organ conducător al secției și de a trasa sarcinile ce revin secției și cercurilor ASIT pe viitor în lumina directivelor Congresului al II-lea al P.M.R. și a hotărîrilor Plenarei C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie 1958.

La conferință au participat peste 200 ingineri și tehnicieni, inovatori, fruntași în muncă, delegați și invitați de la întreprinderile industriale și institutele din capitală din sectorul energetic, electrotehnic, de telecomunicații și cinematografie.

În darea de seamă prezentată la conferință, de ing. Gh. Panaitescu — președintele secției, — s-a scos în evidență sprijinul acordat cercurilor pentru o participare activă la organizarea superioară a producției, prin folosirea largă a tehnicii noi și a resurselor interne, la modernizarea utilajului prin mecanizări și automatizări, la îmbunătățirea calității produselor și fabricarea de sortimente noi la nivelul tehnic al produselor similare din străinătate.

Pentru atingerea acestui scop, secția a desfășurat concomitent și o susținută acțiune pentru ridicarea nivelului profesional al cadrelor de tehnicieni și ingineri și atragerea lor către o activitate tehnico-științifică mai completă. La analiza activității pe sectoarele de specialitate ale secției, raportorul a arătat că în *sectorul energetic* secția s-a preocupat de problema referitoare la : *„mărirea capacității de transport a unor instalații electrice existente prin trecerea la o tensiune superioară"* — întocmindu-se ca urmare studii de către I.S.P.E., I.R.E.B. și fostul ET 1, pentru cîteva linii electrice din țară și București. Alte probleme abordate în acest sector s-au referit la *asigurarea consumului de energie electrică la parametri normali* în întreprinderile industriale, realizîndu-se unele îmbunătățiri prin mijloace locale și rezerve interne, precum și la formarea unei opinii tehnico-științifice care să indice drumul de urmat în problema *termoficării industriale și urbane*.

În *sectorul energetic industrial*, secția a căutat să sprijine întreprinderile industriale, în trei probleme importante.

Prima se referă la *„întreținerea agregatelor electroenergetice în întreprinderile industriale"*, în care scop s-a organizat o consfătuire cu energeticienii și electricienii de la întreprinderile din capitală. Pe baza recomandărilor făcute de consfătuire, s-a luat în studiu de organele în drept posibilitatea organizării de ateliere regionale de reparații atît în cadrul întreprinderilor din ministerele industriale, cît și în sectorul cooperației.

O atenție deosebită s-a acordat problemei în legătură cu *ameliorarea factorului de putere*, primindu-se un sprijin important din partea grupei energetice ASIT de la Combinatul Poligrafic „Casa Scînteii". În urma măsurilor naturale preconizate și aplicate, cît și a instalațiilor automate proiectate de ing. Gh. Leonte, realizate și instalate de grupa energetică condusă de ing. G. Theil, factorul de putere la CPCS a crescut de la 0,619 în 1955 la peste 0,9 în 1958. În prezent, 15 întreprinderi industriale din capitală, cu sprijinul cercurilor ASIT, aplică recomandările consfătuirilor ASIT pentru a realiza o îmbunătățire a cos φ.

A treia problemă privește *normarea consumurilor specifice de energie electrică*, realizîndu-se determinări practice pe unitate de produs (coală tipărită) la CPCS pentru mașina Offset de o culoare. Activitatea colectivului respectiv continuă pentru măsurători și determinări mai concludente.

În sectorul electrotehnic, secția a abordat studiul *materialelor electroizolante moderne* și cel referitor la *modernizarea produselor destinate executării instalațiilor electrice interioare*.

În *sectorul telecomunicații*, colectivul organizat de secție, condus de ing. Vlad Rădulescu din cercul ASIT M.I.G. (Departamentul E.E.) a studiat problema *reglementării protecție liniilor de telecomunicații împotriva influențelor liniilor de energie electrică*.

Concluziile și propunerile ce au rezultat din studiul întocmit au fost trimise la M.I.G., Departamentul E.E., spre a fi recomandate a se adapta sau aplica în lucrările ce se execută pînă la apariția regulamentului oficial, spre a se putea realiza economii și evita perturbații.

În *sectorul cinematografiei* s-a pus accentul pe informarea inginerilor și tehnicienilor asupra stadiului actual de dezvoltare a cinematografiei în R.P.R., în cadrul a două cicluri de conferințe foarte interesante și instructive.

* * *

În paralel cu activitatea tehnico-științifică, secția a desfășurat și o propagandă *tehnico-industrială* sub formă de cicluri de conferințe, informări cu caracter tehnic, articole la revistele ASIT etc.

Se pot menționa ciclurile de conferințe prezentate cu temele : *„Folosirea energiei atomice în scopuri pașnice în general și în U.R.S.S. în special"*, *„Tendințele noi în termoficare în U.R.S.S."*, *„Radiotelecomanda"* *„Televiziunea industrială"*, *„Reverberația artificială"* etc.

În 1958, s-au prezentat în special conferințe cu caracter documentar, ca : *„Aspecte din excursia documentară organizată de O.N.U. la cîteva uzine hidraulice din Elveția și Franța* (oct. 1957)" ; *„Privire asupra dezvoltării construcțiilor hidroenergetice din R. P. Bulgaria"*, etc.

Pentru ridicarea nivelului tehnico-profesional al cadrelor, secția a organizat un schimb de experiență pe bază de reciprocitate cu asociația electricienilor din Polonia (SEP), în cadrul căruia 22 ingineri și tehnicieni de la întreprinderi industriale energetice, electrotehnice și de telecomunicații au vizitat timp de 14 zile obiective industriale similare din R. P. Polonă, luînd cunoștință de nivelul tehnic al produselor fabricate în industriile respective, organizarea și dotarea fabricilor și uzinelor. De asemenea, grupul de ingineri și tehnicieni polonezi a vizitat în țara noastră numeroase obiective cu caracter tehnic și turistic.

Totodată, secția a organizat cursuri pentru radiotehnicieni, electricieni de întreținere, instalatori, în vederea autorizării, curs de inițiere în tehnica semiconductoarelor etc., cu peste 400 participanți. În afară de cele arătate mai sus, în 1958 secția a organizat și cîteva *manifestări cultural artistice* care au constat din : audiții muzicale, concerte, reuniuni tovărășești etc.

În ceea ce privește activitatea celor peste 1 800 membri care activează într-un număr de 35 cercuri ASIT, s-a arătat că în cercurile ASIT s-a desfășurat o susținută acțiune de sprijinire și organizare a producției, care statistic se prezintă astfel :

— s-au soluționat integral sau parțial 51 studii, făcîndu-se remarcate cele întocmite de întreprinderile „Gr. Preoteasa", IREB, Electrocablul, Trustul de construcții și montaje energetice etc. ;

— s-au organizat 12 consfătuiri și sesiuni de referate tehnico-științifice, cu aproape 500 participanți, care au dezbătut probleme tehnice și de producție, ca cele de la Electroaparataj, Electrotehnica, „Gr. Preoteasa", etc. ;

— s-au organizat 21 schimburi de experiență cu 300 participanți ;

— s-au prezentat 155 conferințe și informări tehnice cu circa 6 500 participanți, evidențiindu-se cercul ASIT—ISPE cu 60 conferințe ;

— s-au organizat cursuri de calificare, pregătirea maiștrilor etc. de către cercurile ASIT—AMIT, grupa energetică CPCS, „Gr. Preoteasa", „Clement Gottwald" etc. ;

— s-au organizat 40 vizite documentare și excursii tehnico-științifice cu aproape 1 500 participanți.

* * *

Darea de seamă a scos în evidenţă şi lipsurile comitetului. În primul rînd nu a reuşit să determine Direcţiile Generale ale Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice să devină colaboratorii principali ai secţiei în soluţionarea problemelor de anvergură ce frămîntă întreprinderile tutelate

Contactul cu unele cercuri a fost mai slab, ceea ce se reflectă în activitatea necorespunzătoare a unor cercuri ca Radiopopular, Electrofar, Electrocentrale — Bucureşti şi nu s-a îmbunătăţit decît pe timpul organizării adunărilor generale din toamna anului 1958.

Mobilizarea cercurilor la unele manifestări centrale, organizate de secţie, a fost adesea defectuoasă, influenţînd asupra participării membrilor interesaţi.

Comitetul în ansamblu nu a perseverat în acţiunea de îndrumare a colectivelor ce au studiat problemele prevăzute în planurile de acţiune ale secţiei pe 1957 şi 1958, pentru o soluţionare integrală şi valorificare adecvată.

După prezentarea dării de seamă, s-a trecut la discuţii, la care au participat numeroşi delegaţi şi invitaţi.

Astfel, dr. ing. *Aurel Avramescu* (membru corespondent al Academiei R.P.R.) de la ICET a arătat aspectul ştiinţific al activităţii inginerilor şi tehnicienilor care s-a desprins din darea de seamă, subliniind însă că este necesară şi o activitate tehnico-economică, axată pe problemele generale economice ale producţiei şi investiţiilor.

Ing. *Iulius Lupu*, de la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R., a scos în evidenţă necesitatea lărgirii schimburilor de experienţă cu străinătatea şi dezbaterea largă a constatărilor şi învăţămintelor culese, pentru aplicare.

Ing. *Toma Comănescu* a relevat faptul că cercurile ASIT trebuie sprijinite mai intens pentru punerea în aplicare a sarcinilor trasate prin plenara C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie 1958, prin: existenţa unor obiective comune în activitatea tuturor organelor ASIT, întocmirea pentru cercuri a unor referate cu probleme de actualitate, care să fie dezbătute în consfătuirile de producţie, etc.

Ing. *Constantin Faur*, de la „Gr. Preoteasa", a solicitat ca cercurile ASIT să se preocupe de studiul specializării întreprinderilor, dînd ca exemplu că amplificatoare se fabrică astăzi de către I.O.R., Radiopopular şi „Gr. Preoteasa". De asemenea, a cerut ca munca de cercetare a institutelor de cercetări să se refere şi la reducerea preţului de cost, la realizarea unor economii de materiale, mecanizări-automatizări, care să fie cunoscute de întreprinderi pe parcurs.

Ing. *Dragoş Simulescu*, de la Electroaparataj, a solicitat să se organizeze şedinţe de instructaj pe specialităţi, cu sarcinile concrete ce le revin acestora în aplicarea prevederilor plenarei C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie 1958.

Ing. *Alexandru Vlad*, de la Întreprinderea de construcţii şi montaje energetice, a evidenţiat faptul că inginerii se preocupă prea puţin de problemele economice, care sînt lăsate aproape exclusiv pe seama contabililor şi planificatorilor, din care cauză lucrările de construcţii şi montaje energetice sînt scumpe, la aceasta contribuind şi faptul că unele soluţii tehnice din proiecte, cît şi devizele, nu sînt întocmite corespunzător.

Solicită ca ASIT să organizeze consfătuiri cu caracter economic, pentru a se dezbate posibilităţile şi metodele de reducere a preţului de cost, să se preocupe mai intens de problema calificării maiştrilor, care trebuie să aibă cunoştinţele necesare pentru a putea citi şi aplica scheme şi devize de lucrări.

Ing. *Gh. Lăscărescu*, din C.S.P., a arătat că în afară de probleme ca cele referitoare la îmbunătăţirea factorului de putere, determinarea consumurilor specifice de energie electrică etc., cercurile ASIT ar trebui să se preocupe şi de alte probleme de viitor ca: recomandări pentru dezvoltarea întreprinderilor — funcţie de rezervele interne ce există în toate întreprinderile, dezvoltarea termoficării, a centralelor hidro- şi atomoelectrice etc.

Au mai participat la discuţii: ing. Alexandrina Petrescu — pensionară, ing. Iuliu Cserveny, de la ICET, ing. Emeric Rado, de la Direcţia Generală a Cinematografiei, ing. Constantin Cruceru, ing. Stoica şi tehnician I. Dobrescu de la Centrul de Documentare Tehnică, inginerul I. Ciobanu de la C. P. Cinematografică şi ing. Gh. Leonte de la Ministerul Comerţului, prof. ing. Martin Bercovici, membru corespondent al Academiei R.P.R., care au condus dezbaterile Conferinţei, au arătat în concluzie că activitatea secţiei energetică-electrotehnică în ultimii doi ani poate fi considerată ca bună. Pentru viitor, în activitatea din secţie şi din cercuri trebuie să se plece de la faptul că ASIT are ca obiectiv mobilizarea muncii voluntare a tuturor inginerilor şi tehnicienilor pentru îmbunătăţirea şi creşterea producţiei.

Această activitate trebuie să se concretizeze prin date statistice cu rezultatele muncii de cercetare ASIT, pe locurile de producţie şi ale celei tehnico-economice.

* * *

După terminarea discuţiilor, conferinţa secţiei a adoptat în unanimitate un proiect de rezoluţie care prevede colaborarea şi sprijinul cercurilor ASIT la soluţionarea unor sarcini comune tuturor întreprinderilor, cît şi pe ramuri de specialitate şi care derivă din hotărîrile plenarei C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie 1958.

Ca sarcini comune, rezoluţia menţionează următoarele: ridicarea productivităţii muncii, intensificarea măsurilor de realizare a unor economii substanţiale de materii prime şi materiale, manoperă, combustibil, energie etc., ridicarea nivelului tehnic şi calitativ al produselor industriale din sectoarele respective; normarea consumurilor specifice de energie electrică şi reducerea lor progresivă; îmbunătăţirea factorului de putere.

Pentru *sectorul energetic şi energetic industrial* s-au prevăzut următoarele sarcini speciale:

a) Ridicarea nivelului de exploatare al centralelor şi sistemelor energetice, problemă ce se va studia de către cercul de Energetică ASIT — Electrocentrale Bucureşti, ISPE, Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. şi I.R.E.B.

b) *Studiul introducerii unei scări de tensiuni normalizate în electroenergetică*, cea mai potrivită pentru R.P.R., organizîndu-se o consfătuire în cadrul căreia se vor dezbate propunerile cercului ASIT—ISPE.

c) *Reducerea consumului propriu de energie electrică şi combustibil în centralele electrice şi a consumului tehnologic pentru transportul şi distribuţia energiei electrice.*

d) *Introducerea şi extinderea pe scară mai largă a automatizărilor în instalaţiile energetice.*

În rezoluţie, sarcini importante s-au prevăzut şi pentru cercurile ASIT din sectoarele electrotehnic, telecomunicaţii şi cinematografie. În partea a doua a conferinţei s-a trecut la alegerea noilor organe conducătoare ale secţiei energetică-electrotehnică. Noul comitet ales, compus din elemente competente şi dornice de a ridica munca ASIT la un nivel tehnic cît mai înalt, s-a angajat ca împreună cu toate cercurile ASIT din sectoarele industriale energetic, electrotehnic, telecomunicaţii şi cinematografie să lupte hotărît şi consecvent pentru îmbunătăţirea calităţii produselor, pentru descoperirea şi folosirea pe scară largă a rezervelor interne, pentru creşterea productivităţii muncii, pentru folosirea productivă a timpului de lucru şi a întregii capacităţi a utilajelor, pentru reducerea preţului de cost pe baza introducerii tehnicii noi şi a unui strict regim de economii.

Marea putere creatoare a maselor de ingineri şi tehnicieni, inovatori şi fruntaşi în muncă, cu sprijinul calificat şi permanent al tuturor oamenilor de ştiinţă, sub conducerea înţeleaptă a Partidului Muncitoresc Romîn, inspiratorul şi organizatorul tuturor victoriilor noastre, formează chezăşia realizării cu succes a sarcinilor ce stau în faţa secţiei energetică-electrotehnică şi a cercurilor ce le îndrumează pentru făurirea unei vieţi mai bune, pentru pace şi socialism.

Ing. Gh. Panaitescu

Energetica generală

A şasea întrunire a subcomitetului pentru energia electrică a Comisiei Economice pentru Asia şi Extremul Orient. *Energetika*, (C.S.R.) 1958, nr. **9**, pag. 424.

621.311.1 (5) (063)

În luna ianuarie 1958, subcomitetul pentru energia electrică a ECAFE a analizat situaţia energetică a Asiei şi Extremului Orient în perioada 1951—1955.

În raportul prezentat s-a arătat că puterea instalată şi producţia de energie electrică au crescut în 1955 cu circa 10,5%.

Raportul relevă o repartiţie foarte neuniformă a consumului de energie electrică pe cap de locuitor şi ţară, dînd pentru anul 1955 următoarele date:

Laos	1 kWh/loc an
India	22 kWh/loc an
Indonezia	17 kWh/loc an
Japonia	611 kWh/loc an.

În continuare, subcomitetul a mai discutat posibilităţile de amenajare a potenţialului hidro, electrificarea rurală, standarde-norme şi pregătirea personalului tehnic.

c.w.

Rolul energeticii în desăvîrşirea construcţiei socialismului în Cehoslovacia, K e l a r I., *Energetika* (CSR) vol. 8 (1958) nr. **7**, pag. 274—275

621.311.1 (437) (063)

Se face o analiză a dezvoltării energeticii din CSR, în lumina hotărîrilor celui de-al XI-lea Congres al P.C.C. şi se scoate în evidenţă rolul uriaş al acestuia în dezvoltarea economiei naţionale. Congresul a trasat ca sarcină energeticienilor dublarea producţiei de energie electrică în anul 1965 faţă de anul 1958, astfel încît să se ajungă la o producţie de 38 TWh. Aceasta va crea posibilitatea creşterii puterii industriale a ţării în aceeaşi perioadă cu 90—95% şi a productivităţii muncii în principalele ramuri industriale cu 75%. Nivelul de trai al poporului va creşte astfel cu 45%.

Consumul casnic de energie electrică pe cap de locuitor va ajunge astfel în 1975 la de 8 ori valoarea consumului anului 1957. În sectorul agricol, consumul actual de 55 kWh la 1 ha va creşte pînă la 113—123 kWh în anul 1965.

În sectorul transporturilor feroviare, în următorii 15 ani tracţiunea cu abur va fi înlocuită în cea mai mare parte cu tracţiunea electrică.

Pentru asigurarea îndeplinirii acestor importante sarcini este necesară punerea în funcţiune pînă în anul 1960 a unei puteri de 400—500 MW-anual, iar în perioada 1960—1965 să fie instalate anual 500—700 MW. Acest important spor se poate realiza numai prin construirea de agregate mari de 100—200 şi 400 MW. În acest sens, sarcina imediată este de a se începe montajul turbo-agregatelor de 150 MW şi studierea posibilităţilor construirii de turbine de 200—400 MW. Bilanţul rezervelor de combustibil din CSR impune trecerea unor centrale noi pe combustibil nuclear. Prima centrală atomo-electrică din CSR cu o putere de 150 MW se află în momentul de faţă în stadiul de proiectare şi va intra în funcţiune cel mai tîrziu în cursul celui de-al III-lea cincinal.

Lucrările de proiectare, construcţie şi punere în funcţiune se fac pe baza ajutorului acordat de U.R.S.S.

Programul de dezvoltare energetică prevede o strînsă colaborare cu U.R.S.S. şi ţările de democraţie populară în toate domeniile de activitate, precum şi dezvoltarea schimbului de energie electrică cu statele vecine.

a.l.

Despre folosirea gazelor naturale drept combustibil R o d a t i s K. F.: *Teploenerghetika* nr. **11**/1958, pag. 3—9

662.69: 621.311.22

Se dau date privind dezvoltarea industriei gazelor în U.R.S.S. şi se analizează problema folosirii acestora drept combustibil.

Creşterea extracţiei de gaze naturale în U.R.S.S., în miliarde de m³ este următoarea:

Anul	1940	1955	1956	1957	1958	1965	1972
Producţia	3,4	10,4	13,7	20,2	31	150	270—320

În U.R.S.S. sînt detectate şi în curs de exploatare peste 160 zăcăminte, ceea ce permite creşterea cotei de gaze în scopuri energetice, după cum urmează:

Anul	1955	1956	1957	1958	1965
% gaze din combustibil la centrale electrice	3,3	4,5	8,3	10,7	14

În decurs de 7 ani se vor construi circa 26 000 km conducte principale de gaze în 40 de trasee sau fire, din care în 1959 circa 4 000 km. Aceste magistrale vor fi buclate şi vor cuprinde peste 500 de oraşe şi puncte populate, dintre care şi Taşkent, Tbilisi, Erevan, Riga, Minsk şi altele.

În articol se dă planul-schemă de construcţie a magistralelor de gaze între anii 1959—1965.

Folosirea gazelor în energetică conduce la o reducere sensibilă a metalului şi a volumului clădit.

Renunţarea la gospodăria de combustibil şi la prepararea acestuia la centrale electrice împreună cu folosirea gazelor naturale reduce costul energiei electrice, în special al unui kW instalat, cu 17—22%.

Chiar la distanţe de transport de peste 1 000 km, gazele naturale pot înlocui în mod economic alte tipuri de combustibil.

Ţinînd seama de vastele rezerve de gaze naturale, care situează U.R.S.S. pe unul dintre primele locuri din lume, precum şi de necesitatea de creştere a ritmului de construcţie de CTE şi CET ieftine, se consideră oportună creşterea cotei de gaze naturale în bilanţul de combustibil energetic. Sînt însă necesare lucrări de cercetare şi proiectare, precum şi adaptarea instalaţiilor în funcţiune la noul combustibil — gazele naturale.

g.c.

Termoenergetica

Noua unitate de măsură a căldurii. R o m a d i n V. P., *Teploenerghetika* nr. **7** (1958), p. 30—33.

536-5.536.7

Se arată necesitatea folosirii în calculele termotehnice a noii unităţi de măsură a căldurii „Joule" în locul caloriei, în scopul uniformizării unităţilor de măsură pe plan mondial.

Noua unitate de măsură se va introduce în toate instituţiile de învăţămînt. Începînd cu anul 1958, toate institutele şi uzinele de echipamente şi instalaţii energetice vor da parametrii acestora corespunzători noii unităţi de măsură.

În anul 1959 vechea unitate de măsură se va da în paranteză, iar în 1960 nu se va mai nota decît după noua notaţie.

În 1958—1959 VTI şi MEI vor edita tabele cu proprietăţile termodinamice ale apei, aburului şi ale diferitelor gaze, după noul sistem.

g.c.

Caracteristicile termice şi de funcţionare ale cazanului Vuia A n t o n e s c u N. şi H a i d u c C. *Teploenerghetika* nr. **10** (1958), p. 83—85.

621.181.001(3)4

La rubrica „Energetica peste hotare" se publică articolul autorilor romîni de la Institutul de Energetică al Academiei

R.P.R., ing. N. Antonescu şi C. Haiduc, în care se dau caracteristicile de funcţionare a cazanului Vuia de 1 000 kg/h şi 200 kg/h. Se menţionează că actualmente se proiectează alte variante ale acestui cazan, pentru extinderea zonei de utilizare în transport, încălzire, laboratoare etc. *g.c.*

Aplicarea supraîncălzirii intermediare a aburului în ciclurile CET. Zîkov A. S., *Teploenerghetika* nr. **3** (1958), p. 40—43.

621.311.22 : 621.181.8

Se prezintă calculele efectuate de autor pentru scoaterea în evidenţă a economiei de combustibil ce apare prin aplicarea supraîncălzirii intermediare la ciclul unei turbine sovietice de termoficare PVK-150. Parametrii aburului : 170 ata şi 560°C. Calculele s-au întocmit considerîndu-se livrarea căldurii prin prizele de 0,5—1,2 ata şi 1,2—2,5 ata, prelevarea maximă fiind de 186 Gcal/h, reprezentînd 85% încălzire şi 15% apă caldă, perioada de încălzire considerîndu-se de 5 000 ore.

Se constată că prin aplicarea supraîncălzirii intermediare, între 480° şi 560° la o producţie anuală de energie electrică de 1 TWh şi de căldură de 1 000 Tcal, la un coeficient de termoficare $\alpha = 0{,}59$, eficacitatea exprimată în economie de combustibil reprezintă în cazul termoficării doar 68—72% din eficacitatea obţinută în cazul regimului de condensaţie.

Autorul calculează în continuare economia de combustibil care se obţine în cazul variaţiei coeficientului de termoficare α. Faţă de economia de combustibil care apare la aplicarea supraîncălzirii intermediare în regim de condensaţie în condiţiile sus amintite de 5,1%, în regim de termoficare pentru $\alpha = 1$, $\Delta B = 4{,}1$ şi la $\alpha = 0{,}4$ $\Delta B = 2{,}4$. Autorul afirmă că economia maximă de combustibil apare pentru $\alpha = 1$. Această afirmaţie pare să contrazică faptul că economia maximă de combustibil apare pentru funcţionarea ciclului în regim de condensaţie. Autorul nu precizează însă că el consideră condiţiile de acoperire a curbelor de sarcină electrică şi termică şi nu regimul de funcţionare al agregatului considerat de sine stătător. În acest din urmă caz, economia maximă de combustibil se obţine pentru $\alpha = 0$ (regim de condensaţie) şi scade cu creşterea lui α, devenind minimă pentru $\alpha = 1$. Autorul calculează în continuare variaţia consumului de combustibil în funcţie de presiunea prizelor de prelevarea aburului, arătînd că eficacitatea supraîncălzirii intermediare scade sensibil cu creşterea presiunii prizelor de prelevare. *n.p.*

Pornirea turbinelor cu abur, P. *II-a*. Încercări de pornire şi încărcare şi concluzii. Haas H. şi Trassl W. Siemens Zeitschrift — 2 (1958), nr. **10**, 3 tabele, 10 fig. şi 12 referinţe bibliografice.

621.311.22.004

Folosind curbele creşterilor de temperatură din diferite puncte caracteristice în timpul pornirii şi încărcării unei turbine (de 50 MW la 70 at şi 525°C), se explică cauzele creşterilor anormale de temperatură care pot să conducă la solicitări exagerate. Se arată apoi curbele creşterilor de temperatură în aceleaşi puncte obţinute cu un nou regim de pornire caracterizat printr-un gradient al temperaturii metalului descrescător continuu. Cu noul regim de pornire, la acelaşi timp total de pornire de circa 2 ½ h, solicitarea maximă scade la circa 40% din aceea atinsă la regimul vechi de pornire.

Succesiv se analizează particularităţile curbelor de încălzire pentru următoarele cazuri :

— pornirea din stare caldă a unei turbine de condensaţie de 50 MW ;

— pornirea de la rece a unei turbine de condensaţie cu supraîncălzire intermediară de 62,5 MW şi

— comportarea aceleiaşi turbine la o scădere bruscă a temperaturii, de la 500°C la 300°C în circa 4 min ;

— pornirea unei turbine de CP de 20 MW de 120 at, 490°C şi CP de 25 at.

Plecînd de la rezultatele măsurătorilor de mai sus, se fac următoarele recomandări pentru regimul de încălzire :

— durata de 20 min pentru atingerea vitezei nominale este suficientă chiar şi pentru grupuri de mare putere cu multe corpuri ;

— încălzirea la sarcină redusă (5%—10%) nu trebuie să dureze mai mult de 30—40 min.

— creşterea sarcinii pînă la circa 60% poate să se facă relativ repede (circa 15 min) ;

— peste 60% pînă la 100% viteza de creştere a sarcinii trebuie să fie redusă (în circa 30 min).

Aceste recomandări sînt completate cu următoarele diagrame:

a) Pornirea normală a unei turbine de condensaţie, din stare rece cît şi din stare caldă, temperatura aburului fiind 525°C ; separat, se arată deformările curbelor în cazul unei temperaturi la intrare de 600°C şi de 420°C, precum şi ale unei izolări mai îngrijite (izolaţie bloc).

b) Pornirea accelerată (de nevoie) de la rece a aceleiaşi turbine.

c) Încălzirea aceleiaşi turbine, pornită la rece pentru diferite împrejurări de alimentare dependente de cazan şi anume :

— temperatura constantă = 525°C şi presiunea constantă = 110 at ;

— temperatura constantă = 525°C şi presiunea crescînd de la 50 at la 110 at cu viteza 7,5 at/min ;

— presiunea constantă = 110 at şi temperatura crescînd de la 405°C la 525°C cu viteza de 1,5°C/min.

d) Încălzirea unei turbine de contrapresiune în diferite condiţii. *c.d.*

Pornirea turbinelor cu abur şi variaţii de sarcină. Salm M. şi Endres W., Revista *Brown Boveri* nr. **8** (1958), p. 37—45, 14. fig., 3. bibl.

621.311.22.004

Pe cale analitică se stabileşte regimul de încălzire care, la o solicitare limită dată, conduce la timpul cel mai scurt de încălzire ; acest regim este caracterizat printr-un salt iniţial, urmat de o creştere după o anumită lege. Mărimea saltului iniţial şi creşterea ulterioară depind de natura metalului (conductibilitate, rezistenţă etc.) şi de coeficientul de transmitere a căldurii. Ţinînd seama de variaţia acestui coeficient cu sarcina (respectiv starea şi viteza aburului) se stabilesc curbele de pornire şi încărcare : variaţia temperaturii şi debitului de abur pentru o turbină de mare putere cu supraîncălzire intermediară în cazul pornirii de la rece şi de la cald. Timpurile realizate sînt de 120 min în primul caz şi de 50 min pentru repornire, după o oprire de 8 h.

Se arată apoi tensiunile termice provocate de variaţiile bruşte de sarcină, plecînd de la diferite sarcini iniţiale : 100%, 80%, 50%.

După alte cîteva indicaţii utile, se trage concluzia că grupurile mari, recent construite, deservite de un personal instruit şi echipate cu instrumente de control, fac posibilă oprirea şi repornirea zilnică, fără nici un fel de risc. *c.d.*

Comparaţie între instalaţii de vaporizatoare şi de demineralizare chimică. Everett P., Patridge şi Osborne S. R. *Power Engineering*, vol. 62 (1958), nr. **1**, p. 84—86 şi nr. **2**, p. 66—67.

621.311.22.002

Se arată pretenţiile din ce în ce mai mari pentru puritatea apei la adaos, cerute de creşterea parametrilor. La centralele supracritice americane, apa de alimentare are un conţinut de săruri variabil între 0,05 mg/l şi 0,5 mg/1. Cazanele tip Sulzer permit ca apa de alimentare să aibă 0,5 mg/1 săruri.

Se stabilesc condiţiile de funcţionare ale vaporizatoarelor la care acestea dau o apă comparabilă cu cea a instalaţiilor de demineralizare şi anume : 1 — vaporizatorul trebuie să fie de patru ori supradimensionat ; 2 — să nu fie afectat de variaţiile de sarcină ; 3 — apa de alimentare a vaporizatorului să fie de bună calitate ; 4 — să fie exploatat la parametrii optimi.

În calculul tehnico-economic comparativ trebuie să se ţină seama la vaporizatoare de investiţii specifice, de stricarea ciclului termic optim, de pierderile prin purjare, dar şi de eventualele recuperări de purje ale cazanului, de cheltuielile de combustibil pentru abur, de cheltuielile de chimicale, de întreţinere, de cheltuielile de exploatare (personal, energie etc.). La instalaţiile de demineralizare, investiţiile sînt mai mici, ciclul termic nu este decît foarte puţin afectat, întreţinerea este circa de două ori mai scumpă (anual circa 2% din investiţie), supravegherea este mai pretenţioasă ; în privinţa chimicalelor, acestea sînt relativ ieftine pentru ape

cu duritate mică şi mijlocie şi scumpe pentru ape cu duritate mare. În cazul în care calculul tehnico-economic nu favorizează net un sistem sau celălalt, se ţine seama de alte criterii. Dintre avantajele vaporizatoarelor sînt simplitatea, uşurinţa de exploatare şi, spre deosebire de filtrele mixte de demineralizare, ele pot fi oprite oricînd şi pornite relativ rapid. În schimb, avantajele demineralizării chimice constau în independenţa de sarcina turbinei, poate funcţiona la umplerea instalaţiei înainte de pornirea turbinei şi poate fi uşor suprasolicitată pentru timp scurt. *ad.b.*

Electroenergetica

Reactoare cu reglaj pentru transportul energiei electrice la distanţe mari. B r u k I. S., *Elektricestvo* nr. **78** (1958), 8 fig., p. 14—19.

621.315.1.027:621.3.07

Transportul energiei la mare distanţă este legat de o serie de dificultăţi tehnice, care nu se pot rezolva numai prin creşterea tensiunii.

Pentru mărirea puterii transmise pe un circuit, trebuie asigurată şi stabilitatea transportului. În vederea asigurării acestui scop se folosesc fie condensatoare pentru compensarea longitudinală a liniei, fie reactoare montate în paralel, fie o combinaţie între acestea. Reactoarele folosite, cu o caracteristică liniară şi o putere suficientă pentru compensarea curentului capacitiv al liniei, devin însă aparate extrem de ancombrante.

I S. Bruk propune folosirea, în locul reactoarelor, a transformatoarelor cu magnetizare suplimentară de la o sursă de curent continuu. Această soluţie aduce avantaje economice, deoarece transformatoarele se folosesc fie pentru alimentarea unui consumator în punctul respectiv, fie pentru racordarea unei centrale la linia de transport. Caracteristicile unui astfel de reactor sînt deosebit de avantajoase şi în funcţie de curentul de magnetizare suplimentar, permit un reglaj linear.

Puterea sursei de curent continuu necesară este extrem de mică şi poate proveni de la un grup de redresoare reglabile sau generatoare de curent continuu.

În 1956, la staţia de transformatoare Nojinsk, din sistemul Mosenergo, au fost făcute încercări pe transformatoarele de tipul ODTG 60 000/200 kV folosind ca sursă de curent continuu excitatricea unui compensator sincron. Rezultatele experienţei au corespuns cu calculele teoretice.

Concluzia autorului este că transformatoarele cu magnetizare suplimentară în curent continuu reprezintă o soluţie economică de mărire a stabilităţii transportului la distanţe mari, permiţînd în acelaşi timp un reglaj bun al reţelei. Magnetizarea suplimentară poate fi întrebuinţată şi la autotransformatoare. Este necesară cercetarea mai amănunţită a comportării transformatoarelor în cazul supratensiunilor dinamice.

De asemenea, mai trebuie studiată forma circuitului magnetic în vederea micşorării pierderilor suplimentare la încălzire. *d.m.*

Despre realizarea constructivă a posturilor de transformare. Ing. K o z l o v V. A., *Electriceskie Stanţii*, (1958) nr. **4**, p. 32, 3 p, 5 fig.

621.316.262.001/002

În articol se critică proiectul tip elaborat de Giprocomunenergo, care apare cu trei intrări pe partea de înaltă tensiune şi două transformatoare. Se arată că în cazul general postul tip trebuie să fie realizat cu un transformator şi o intrare pe înaltă tensiune. Se dau comparativ tipurile cele mai moderne folosite în Germania, Danemarca şi Anglia, la care volumul construit pe kVA instalat este de 0,024—0,05 m³/kVA, faţă de proiectul propus, care are 0,33 m³/kVA.

Se arată că orientarea în această direcţie trebuie să fie folosirea unui aparataj nou de dimensiuni mult mai mici, cu elemente premontate şi construcţia din elemente prefabricate. Se prezintă experienţa din Leningrad, unde un post cu un singur transformator avînd puterea de 320 kVA a fost construit în 4 ore.

Se insistă asupra necesităţii schimbării aparatajului şi în special asupra folosirii transformatoarelor cu gabarite cît mai înguste şi înalte, care duc la micşorarea gabaritelor postului. *d.m.*

Mijloc de eliminare a influenţei inductive la transportul energiei electrice de telecomunicaţii. K e s t a n i a n G. G. şi Ter G a z a r i a n G. N., *Electriceskie Stanţii*, anul 29 (1958), nr. **6**, p. 75—76.

621.316.974:621.394/395

Autorii arată un mod original de eliminare a influenţei perturbatoare a liniilor de înaltă tensiune în cazul funcţionării în două faze asupra liniilor de telecomunicaţii. Propunerea a fost brevetată de autori şi se aplică cu succes.

Soluţia propusă constă din următoarele : în cazul cînd se lucrează în două faze în sistem, se desfac toate punerile la pămînt ale neutrelor transformatoarelor din zona respectivă. În acest caz, influenţa inductivă dispare, întrucît curenţii de secvenţă homopolară nu se mai pot închide. Rămîne ca în acest caz protecţia să fie modificată în consecinţă. Autorii indică modificările care trebuie să se facă la reglajul protecţiei şi arată că se pot realiza şi alte sisteme de protecţie. Soluţia propusă prezintă interes acolo unde se execută reparaţii sub tensiune pe liniile de înaltă tensiune din reţelele cu nulul pus la pămînt. *d.m.*

Proiectul unei instalaţii de tensiune foarte înaltă. A b e t t i P. A., *Electr. Eng.* vol. 77 (1958) nr. **8**, p. 669 — 673, 7 fig., 3 tabele.

621.315.1.027.8.001.1

Se descrie aşa-numitul proiect EHV, comportînd proiectarea, construcţia şi exploatarea unui sistem experimental de transport de energie electrică în curent alternativ la tensiuni mergînd de la 460 kV la 750 kV. Acest sistem va servi drept prototip pentru sistemele ce ar urma să fie construite în viitor, datele obţinute de la acest sistem urmînd a fi completate cu studii analitice, cercetări pe model şi de laborator.

Scopurile acestui proiect sînt de a lichida rămînerea în urmă a S.U.A., care au fost depăşite de U.R.S.S. şi alte ţări europene în domeniul transportului la foarte înaltă tensiune şi de a convinge opinia publică tehnică din S.U.A. de avantajele tehnice şi economice ale folosirii unor tensiuni mai înalte decît cele practicate în prezent în această ţară.

Proiectul este gîndit să servească atît pentru studiul tensiunii de 460 kV, care reprezintă treapta probabilă viitoare de tensiune în S.U.A., cît şi tensiunea de 750 kV, care va fi treapta consecutivă.

Se va construi o linie de circa 6,9 km lungime, cu conductoare multiple de secţiuni variabile între 480 şi 725 mm² Ol—Al (2, 3 şi 4 conductoare pe fază). Pe fiecare fază vor fi două lanţuri de izolatoare avînd de la 26 pînă la 40 elemente pe lanţ. Linia va comporta 17 stîlpi de tip portal de 55 m lăţime şi 33,5 — 49 m înălţime. Pentru a fi cît mai expusă la supratensiuni atmosferice, va fi prevăzută la fiecare stîlp cu paratrăznete de 15 m înălţime. De asemenea, pe fiecare stîlp se vor prevedea oscilografe şi alte dispozitive de înregistrare a supratensiunilor care vor fi atît de origine atmosferică, cît şi artificiale, provocate de un generator de impulsii de 5 milioane volţi.

Circa 200 instrumente de măsură aşezate de-a lungul liniei vor furniza date : meteorologice, electromecanice (eforturi în conductoare şi stîlpi), electrice (tensiune, curenţi, pierderi corona, perturbaţii radio) şi electrice tranzitorii (supratensiuni atmosferice, de comutaţie, curenţi de scurtcircuit etc.).

Un ceas-mamă va da un impuls tuturor instrumentelor din primele trei categorii la fiecare 15 minute. Citirile transformate în tensiuni continue şi apoi transformate pentru a fi imprimate (pentru controlul inginerului de serviciu) vor fi înregistrate pe bandă magnetică codificate pentru maşină de calculat. În caz de timp nefavorabil, datele sînt citite automat la fiecare minut.

În fiecare săptămînă, datele colectate se prelucrează de maşina de calculat conform celor mai moderne metode statistice. Se estimează că circa 10 milioane de date vor fi culese anual.

Programul de puneri în funcţiune este următorul :

1. În 1960, linia va fi pusă sub tensiune de la un capăt sub 460—500 kV.

2. În 1961, linia va fi experimentată la tensiuni de 650—750 P kV.

3. La finele anului 1961, linia va fi pusă în paralel cu sistemul de 110 kV transportînd circa 40 MVA la 650 kV.

4. În 1962 liniile de 110 kV vor fi întrerupte şi linia de 650 kV le va înlocui şi va deveni parte integrantă din sistemul regional.

5. În 1963, întregul proiect va fi reexaminat în lumina informaţiilor obţinute şi se va decide:

a) să se continue exploatarea la aceleaşi nivele de tensiuni;

b) să se ridice tensiunea la 1000 kV prin reconstrucţia stîlpilor — coridorul de 90° m al liniei fiind suficient pentru acest scop;

c) să se reconstruiască întregul sistem pentru curent continuu de ordinul 2 × 500 kV.

a.c.m.

Hidroenergetica

Asupra problemei recuperării puterii uzinelor hidroelectrice prin evacuatori-ejectori pentru apele mari. Nikolaev N. V.-*Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo* (U.R.S.S.) 27 (1958), **1**, p. 41—43

621.311.21.001

Autorul arată că la uzinele fluviale, căderea turbinelor şi deci puterea debitată se micşorează mult la apele mari. Avînd în vedere că tocmai în aceste perioade există un surplus de apă, se propune evacuarea apelor mari prin ejectoare mari care să mărească diferenţa de nivel la care lucrează turbina.

După ce arată principiile de dimensionare a ejectoarelor şi modul de calcul al sporului de putere, autorul trage următoarele concluzii:

1. Mărimea debitului evacuat prin descărcătorul-ejector trebuie să fie mai mare decît dublul debitului turbinei.

2. Descărcătoarele ejectoare dau posibilitatea recuperării întregii căderi instalate a uzinei la debite de 4—6 ori debitele turbinelor.

3. Descărcătoarele ejectoare au viteze mai mici decît ejectoarele obişnuite.

4. Efectul de lucru al descărcătoarelor ejectoare nu depinde de nivelul şi bieful aval, ceea ce dă posibilitatea utilizării lor în cazurile în care ejectoarele obişnuite nu dau rezultate.

5. Soluţiile cu noul sistem de descărcătoare-ejectoare sînt deosebit de economice.

a.f.

Centrala hidroelectrică „Studen Kladeneţ", *Elektroenerghiia* 9 (1958), nr. **6**, p. 1—8

621.311.21

Hidrocentrala „Studen Kladeneţ", de curînd terminată în R.P. Bulgaria, este compusă din următoarele uvraje importante:

— un baraj de greutate de 68 m înălţime şi 338 m lungime la coronament, creînd un lac de 489 km³;

— o aducţiune sub presiune în galerie de 612 m lungime şi 6,20 m diametru, cu un debit derivat de 120 m³/s;

— un castel de echilibru de 17 m diametru şi 45 m înălţime;

— două galerii forţate;

— centrala echipată cu patru agregate de 15 MW producînd anual 210 GWh.

Centrala este conectată prin linii de 110 kV la staţiile de transformare Kîrdjali şi Mariţa-Iztok.

În afară de scopurile energetice, acumularea mai serveşte la irigarea a 80 000 ha.

a.f.

Uzina hidroelectrică Aschach pe Dunăre. Böhmer H., *Österreichische Wasserwirtschaft*, 10 (1958), **1**, p. 1—3

621.311.21

Sectorul austriac al Dunării cuprinde o lungime de 330 km cu o cădere de 156 m; din această cădere planurile de amenajare prevăd utilizarea a 131 m, ceea ce reprezintă un coeficient de utilizare de 79%.

Uzina Aschach, situată în aval de Jochenstein, este a doua treaptă din planul de amenajare al sectorului. Cu o cădere utilă de 15,13 m şi un debit instalat de 1 800 m³/s, uzina are o putere instalată de 222 MW, cu o producţie anuală de 1 452 GWh, din care 42% energie de iarnă şi 58% energie de vară.

Lucrările principale ale amenajării sînt:

— centrala echipată cu patru grupuri de 62 MW;

— descărcătorul de ape mari cuprinzînd cinci deschideri de 24 m lumină şi 15,8 m înălţime;

— ecluza geamănă de 24 m lăţime şi 230 m lungime.

Noua uzină va micşora, la cota 280 m d.M. (retenţie normală), căderea uzinei Jochenstein din amonte cu 0,77 m, ceea ce va atrage după sine o micşorare a producţiei anuale a acesteia de 76 GWh.

a.f.

Energetica nucleară

Cîteva dintre lucrările Institutului de energie atomică al Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S. în domeniul dirijării reacţiilor termonucleare. Kurceatov I. V., *Atomnaia Energhia* nr. **8** (1958), p. 105—110.

621.039

În articol se analizează şi se dau scurte descrieri ale lucrărilor mai principale din domeniul dirijării reacţiilor termonucleare, începute între anii 1950—1951 şi care au fost executate aproape paralel şi în S.U.A. şi Anglia. Abia din 1956, aceste lucrări au început să fie publicate. Prima lucrare de acest gen a fost izolarea termică cu cîmp magnetic în cazul reacţiilor nucleare, apoi lucrarea cu aşa-zisele „dopuri magnetice" şi altele, pînă la crearea celei mai mari instalaţii de captare a ionilor moleculari H_2^+ cu o energie de 200 kev.

g.c.

Încălzirea elementelor de construcţie din jurul reactorului nuclear Komarovski A. N., *Atomnaia Energhia* nr. **8** (1958,) pag. 119—122.

621.039

În articol se descrie influenţa încălzirii datorită reacţiilor nucleare din timpul funcţionării reactorului, aspra betoanelor de protecţie de diferite tipuri, care se folosesc în tehnica actuală.

Se dau datele încercărilor şi experimentărilor privind proprietăţile mecanice ale betoanelor şi umiditatea acestora, după ce au fost expuse acţiunii radiaţiilor nucleare. Se fac consideraţii privind izolaţia termică şi biologică a reactoarelor.

g.c.

Reactorul experimental Dresden. *Energietechnik*, vol. 8 (1958), nr. **6**, p. 242—247, 8 fig.

621.039

Se prezintă instalaţiile reactorului experimental de 2000 kV de la Dresden, dîndu-se datele tehnice caracteristice, schema de principiu şi o descriere amănunţită atît a reactorului propriu-zis, cît şi a circuitelor de răcire, de comandă şi protecţie. Se expun posibilităţile multiple de experimentare şi cercetare, cît şi măsurile de protecţie biologică contra radiaţiilor.

Proiectul, ca şi principalele instalaţii ale reactorului, inclusiv aparatajul de măsură, au fost livrate de U.R.S.S. Lucrările de construcţii şi montajul au fost realizate de întreprinderi din R.D.G. cu concursul cîtorva specialişti sovietici.

i.s.

S-a renunţat la CT nucleară Adam *Atomwirtschaft*, vol. 3 (1958), nr. **10**, p. 406

621.311.25:697.34:621.039

Administraţia de Stat a Energiei Electrice în Suedia a renunţat la realizarea centralei termice nucleare Adam, destinată încălzirii urbane în Västeras. Proiectul respectiv va fi combinat cu centrala nucleară de termoficare în curs de execuţie în comuna suburbană Farsta din Stockholm, al cărei reactor cu apă grea cu un debit termic de 100 MW se va numi R—3 Adam.

Prin această contopire, costul de investiţie al CAE din Farsta, apreciat în 1955 la 100 milioane coroane suedeze şi care se ridicase între timp la 200 milioane, va fi din nou redus la circa 115 milioane coroane suedeze.

i.s.

СОДЕРЖАНИЕ

Съезд коммунистического строительства, стр. 45

Конференция энерго-электротехнической секции областного филиала АСИТ-Бухарест, стр. 47

620.9.001.14

Dumitrescu A., Elefterescu M., Kovács St.; **Определение необходимого количества энергии для перспективного плана на основе динамики удельных энергетических расходов.**

Указывается аналитический метод определения необходимой энергии на основе динамики удельных энергетических расходов и производства различных промышленных отраслей. Другим преимуществом метода является наличие контрольных энергетических показателей, характерных для различных изделий или промышленных отраслей.

Energetica 2, VII (1959) стр. 49

621.438.002/004

Voinea M., Niculescu N., David N.: **Положение в различных странах и тенденции, намечающиеся в области конструирования и применения газовых турбин на электростанциях.**

Авторы дают классификацию и описание циклов газотурбинных установок. Анализируются технико-экономические показатели и отмечаются преимущества газотурбинных электростанций, по сравнению со станциями, оснащенными паровыми турбинами.

Energetica 2, VII (1959) стр. 53

662.87 : 621.311.22

Curelaru A.: **Приготовление и сжигание крупнозернистого штыба, получаемого при помоле румынских низкосортных углей.**

Описываются результаты подробных исследований, проведенных по повышению производительности угольных мельниц, путем увеличения зернистости, без снижения номинальной производительности котлов, при использовании менее качественного угля, по сравнению с проектом.

Energetica 2, VII (1959) стр. 65

621.165 : 697.34.004

Ionescu M.: **Исследование режима работы теплофикационных турбин с регулируемым пароподводом.**

В связи с исследованием применения новой диаграммы режима работы теплофикационных турбин, в виде кривых приводится значение к.п.д. при работе на различных режимах.

Energetica 2, VII (*R*1959) стр. 71

620.91 : 621.2.09

Spiridon D.: **Кругооборот воды в природе и гидроэнергетический потенциал.**

Определяются категории гидроэнергетических потенциалов и дается их классификация с учетом кругооборота воды в природе и гидрологического баланса. Указываются категории гидроэнергетических потенциалов, подлежащих включению в Атлас гидроэнергетических ресурсов РНР.

Energetica 2, VII (1959) стр. 76

НА ПОМОЩЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ

621-52 : 621.316.31.004

Marcu S., Columbeanu P.: **Упрощенная схема автоматического замыкания запаса,** стр. 83

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, стр. 85

ДОКУМЕНТАЦИЯ, стр. 89

БИБЛИОГРАФИЯ, 3-я обложка

INHALTSVERZEICHNIS

Kongress des Kommunistischen Aufbaus, S. 45

Tagung der Abteilung Energiewirtschaft—Elektrotechnik der Wissenschaftlichen Vereinigung der Ingenieure und Techniker, ASIT Regionale—Filiale Bukarest, S. 47

620.9.001.14

Dumitrescu A., Elefterescu M., Kovács St.: **Bestimmung der langfristigen Energiebedarfsentwicklung auf Grund des spezifischen Energieverbrauchs.**

Es wird ein analytisches Verfahren erörtert zwecks Berechnung des Energiebedarfs auf Grund der Dynamik des spezifischen Energieverbrauchs im den verschiedenen Industriezweigen. Das Vorgeschlagene Verfahren stellt durch die spezifischen Energieverbrauch kennziffern, der Volkswirtschaft für verschiedene Erzeugnisse und Industriezweige gültige energiewirtschaftliche Kontrollkennzahlen zur Verfügung.

Energetica VII (1959) H. 2, S. 49.

621.438.002/004

Voinea M., Niculescu N., David N.: **Derzeitiger Stand und Entwicklungstendenzen des Baus von Gasturbinen und von deren Anlage in Kraftwerken.**

Betrachtung der Wärmeflussbilder von Gasturbinenanlagen. Vergleich der technischen und wirtschtlichen Kennzahlen der Gasturbinenkraftwerke mit denen von Dampfkraftwerken. Aussichten der Verwendung von Gasturbinen in Kernkraftwerken.

Energetica, VII (1959) H. 2, S. 53

621.87:621.311.22

Curelaru A.: **Aufbereitung und Verbrennung von Kohlenstaub in grober Körnung aus rumänischer Kohle geringer Heizkraft.**

Bericht über die Ergebnisse langwieriger Versuche zwecks Leistungssteigerung der Kohlemühlen durch Vergröberung der Körnung. Die Versuche wurden unternommen um die Möglichkeiten festzustellen, die Nennleistung der Kessel bei Verbrennung von Kohlen geringerer Heizkraft als die bei der Planung der Anlage vorgesehenen dennoch zu gewährleisten.

Energetica, VII (1959) H. 2, S. 65.

21.165:697.34.004

Ionescu M.: **Untersuchung der Betriebsverhältnisse von Fernheizanzapfturbinen.**

Im Rahmen der Untersuchung eines neuartigen Betriebsflussbilds von Fernheizturbinen werden die Wirkungsgradkurven bei verschiedenen Anzapfverhältnissen, mit hinsicht auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebs dargestellt.

Energetica, VII (1959), H. 2. S. 71

620,91;621.2,09

Spiridon D.: **Natürlicher Wasserkreislauf und Wasserkraftpotential.**

Begriffsbestimmung der Kategorien des Wasserkraftpotentials auf Grund des natürlichen Wasserkreislaufs und des Wasserhaushalts, mit Rücksicht auf die im Rahmen des Atlasses der Wasserkraftreserven Rumäniens einzubeziehenden Kategorien.

Energetica, VII (1959) H. 2, S. 76

FÜR DAS BETRIEBSPERSONAL

621—52:621.316,41,004

Marcu S., Columbeanu P.: **Vereinfachte Schaltbilder für selbsttätige Zuschaltung der Reserveleistung,** S. 83

ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND, S. 85

DOKUMENTATION, S. 89

REZENSIONEN, 3. Umschlagseite

SOMMAIRE

Congrés de la construction communiste, p. 45

Conférence de la Section Énergétique—Électrotehnique de l'Association Scientifique des Ingenieurs et Techniciens, (ASIT) Filiale Régionale Bucarest, p. 47

620.9.001.14

Dumitrescu A., Elefterescu M., Kovács St.: **Détermination de l'energie nécessaire en vue du plan de perspective, à de base de la dynamique de consommation spécifique d'énergie.**

On indidue une méthode analytique pour déterminer l'énergie nécessaire, à base de la dynamique de consommation spécifique d'énergie et de la production dans différentes branches de l'industrie.
Cette méthode présente l'avantage de mettre à la disposition de l'économie nationale, des indices énergetiques de contrôle caractéristiques aux différents produits ou branches d'industrie.

Energetica, VII (1959) H. 2, p. 49

621-438.002/004

Voinea M., Niculescu N., David N.: **La situation mondiale et les tendances dans la construction et l'utilisation des turbines à gaz dans les centrales électriques.**

Les auteurs présentent une classification des diagrammes d'instalations des turbines à gaz, et analysent les caractéristiques techniques et économiques et les avantages présentsé par les centrales électriques utilisant les turbines à gaz par rapport à celles qui fonctionnent à l'aide de turbines à vapeur. Enfin, ils montrent quelques tendances de l'utilisation des turbines à gaz dans les centrales atomiques.

Energetica VII (1959) No. 2 p. 53

662.87:621.311.22

Curelaru A.: **La préparation et la combustion de la poudre à granulation grossière obtenue par la broyage de charbons roumains de qualité inférieure.**

Après de minutieuses recherches, on présente les résultats de l'augmentation du débit des broyeurs à charbon par l'agrandissement de la granulation, en maintenant toutefois la production nominale des chaudières quoique un charbon inférieur à celui prévu dans le projet soit utilisé.

Energetica VII (1959) No. 2 p. 65

621.165:697.34.004

Ionescu M.: **Etude sur le régime de fonctionnement des turbines de chauffage à distance, à prises de vapeur réglables.**

L'auteur étudie l'application d'un nouveau diagramme de régime des turbines de chauffage à distance. Les courbes présentent les valeurs des rendements du fonctionnement à différents régimes de prélèvement, tout en soulignant le côté économique de l'utilisation de ces turbines.

Energetica VII (1959) No. 2 p. 71

620.91:621.2.09

Spiridon D.: **Le circuit naturel de l'eau et le potentiel hydroénergétique.**

L'auteur définit dans l'article les catégories de potentiel hydroénergétique, dont la classification est faite en considérant le circuit naturel de l'eau et le bilan hydrologique. Il indique de même les catégories de potentiels hydroénergétiques qui seront comprises dans l'Atlas des Ressources Hydroénergétiques de la Roumanie.

Energetica VII (1959) No. 2 p. 76

POUR LE PERSONEL DES EXPLOITATIONS

621–52:621.316.31.004

Marcu S., Columbeanu P.: **Schéma simplifié de l'enclenchement automatique de la réserve**, p. 83

L'ENERGIE ELECTRIQUE A L'ETRANGER p. 85

DOCUMENTATION p. 89

RECENSIONS, 3-ème page de la couverture

CONTENTS

Congress of communist construction, p. 45

Conference of the Departement Energy and Electrotechnic of the Scientific Association of Engineers and Technicians (ASIT) Regional Section Bucharest, p. 47

620.9.001.14

Dumitrescu A., Elefterescu M., Kovács St.: **Determination of the power necessary to realise the prospective plan on the basies of specific power consumption dynamics.**

An analytical method is presented, for determining the necessary power, based on the dinamics of the specific power consumption and on the production in different branches of industry. This method puts at the disposal of the national economy the energetic control numbers, characteristic to various products or industrial branches.

Energetica VII (1959) Nr. 2 p. 49

621.438.002/004

Voinea M., Niculescu N., David N.: **World situation and trends in the construction and the utilisation of gas turbines in power plants.**

The authors present a classification of the gas turbine installation diagram. They analyse the technical and economical characteristics and the advantages of power plants using gas turbines instead of steam turbines. In conclusion are shown some trends on the using of gas turbines in nuclear power plants.

Energetica VII (1959) Nr. 2 p. 53

662.87:621.311.22

Curelaru A.: **Preparation and burning of rough granulated pulverised fuel obtained from roumainian inferior coal.**

The results of detailed experiences are shown, about the augmentation of coal pulverisers output by a rougher granulation. The maintenance of the boilers nominal output by using fuel with a lower heating grade than that originaly considered is also shown.

Energetica VII (1959) Nr. 2 p. 65

621.165:697.34.004

Ionescu M.: **Study about the operating conditions of distance heating adjustable extraction turbines.**

The author studies the application of a new output diagram for turbines used in distance heating. The curves represent the value of operating efficiency in different extraction conditions, stressing the economical side of the turbines functioning.

Energetica VII (1959) Nr. 2 p. 71

620.91:621.2.09

Spiridon D.: **Natural water circuit and hydroenergetic potential.**

The categories of hydroenergetical potential are specified the classification being done considering the natural water circuit and the hydrologic balance. The categories of hydroenergetic potentials, which are to be mentioned in the Atlas of the Roumanian Hydroenergetic Ressources are also shown.

Energetica VII (1959) Nr. 2 p. 76

FOR THE MAINTENANCE TEAM

621–52:621.316.004

Marcu S., Columbeanu P.: **Simplified diagram for self engaging reserve**, p. 83

ELECTRICITY ABROAD p. 85

DOCUMENTATION p. 89

BOOK REVIEWS, on the third cover

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR

CĂRȚI NOI

DĂNILĂ, NICOLAE: Centrale atomoelectrice. București, Editura Tehnică (1957), 135 pag., 56 fig., 2 tab., 286 referințe bibliografice.

Autorul cărții „Centrale atomoelectrice", prima de acest gen în țara noastră, prezintă o lucrare valoroasă, ca o sinteză a cunoștințelor în domeniul centralelor atomoelectrice.

În primul capitol intitulat „Resursele energetice mondiale și energetica nucleară", autorul arată importanta descoperire a combustibililor nucleari ale căror rezerve se cifrează la 1 700 $Q(1Q = 3.10^{14}$ kWh) în comparație cu combustibilii organici și energia hidraulică.

Capitolul II, „Principiul de funcționare a centralelor atomoelectrice" cuprinde: structura materiei, problema reacțiilor nucleare de fisiune și de sinteză și reacțiile nucleare de fisiune în lanț; elementele principale ale reactoarelor, modul de funcționare și clasificarea reactoarelor nucleare.

În capitolul III, se descrie prima centrală atomoelectrică din lume, construită cu o putere de 5 000 kW și dată în exploatare în U.R.S.S. la 27 iunie 1954. Reactorul centralei este cu neutroni termici, avînd ca moderatori grafitul și ca fluid de răcire apa obișnuită. Turbina centralei atomoelectrice sovietice este de condensație fără prize de abur, funcționează la 1 500 rot/min și consumă 40 t/h abur de 12 ata, la 260°C.

În capitolul IV, se descriu tipurile de centrale atomoelectrice în construcție și în exploatare.

Centrala atomoelectrică sovietică de 420 MW. Acestei puteri îi corespund două blocuri identice, fiecare constînd dintr-un reactor cu o putere electrică de 210 MW și 3 turbine de abur de 70 MW. Fiecărui reactor îi corespund 6 circuite primare separate, iar fiecare dintre acestea cuprind: 1 generator de abur, o pompă centrifugă de circulație, conducte de legătură, precum și ventile cu acționare hidraulică și electrică. Reactorul nuclear, cu o putere termică de 760 MW, este un reactor energetic apă-apă și folosește drept combustibil bare din bioxid de uraniu.

Reactorul C.A.E. american de 60 MW, de la Shippingport este de același tip ca și al centralei sovietice de 420 MW.

Se descriu apoi primele centrale atomoelectrice din alte țări, și anume se dau caracteristicile:

— *Centralele atomoelectrice engleze.* Centrala de la Calder Hall de 2 × 92 MW, echipată cu reactoare cu grafit ca moderator, răcite cu bioxid de carbon. Centrala atomoelectrică de la Dounreay, echipată cu un reactor cu neutroni rapizi cu o putere electrică de 20 MW.

— *Centralele atomoelectrice franceze.* Centrala atomoelectrică de 40 MW și cea de 3 000 MW, care urmează a se construi pe baza experimentării reactoarelor nucleare de 5—10 kW, realizate sub conducerea lui F. Joliot-Curie.

În continuare se descrie centrala atomoelectrică din Canada de 20 MW.

La încheierea acestui capitol se trec în revistă și centralele atomoelectrice care urmează a se construi în Suedia, Elveția, Belgia, Italia, Olanda, Australia și se precizează care sînt tipurile și puterea reactoarelor construite în: R. D. Germană, R. Cehoslovacă, R.P. Ungară și R.P.Romînă.

În capitolul V, care tratează despre „Perspectivele dezvoltării centralelor atomoelectrice", se arată că în U.R.S.S. se vor construi între anii 1955—1960 o serie de centrale atomoelectrice cu o putere de 2 000—2 500 MW, în timp ce în Anglia, conform planului din februarie 1955, se vor construi pînă în 1965,12 centrale atomoelectrice cu o putere totală de 2 000 MW. În S.U.A., conform planului publicat, se vor construi între anii 1957—1960, șase centrale atomoelectrice cu o putere totală de 700 MW. În cuprinsul acestui capitol se dau caracteristicile centralelor atomoelectrice din U.R.S.S., echipate cu reactoare nucleare de 100 MW, respectiv 200 MW. Între timp, adică de la apariția cărții și pînă în august 1958, a intrat în funcțiune o centrală atomoelectrică echipată cu un reactor de 100 MW, care va avea o putere la terminarea lucrărilor de 600 MW.

Pe lîngă aceste trei tipuri de centrale, în U.R.S.S. se vor construi pînă în 1960 patru tipuri de reactoare de 50—70 MW.

— Un reactor cu neutroni termici, care va alimenta turbina cu abur radioactiv;

— Un reactor cu reproducere de combustibil, care a intrat în funcțiune în august 1958, avînd puterea de 2 000 kW;

— Un reactor cu neutroni termici răciți cu sodiu și

— Un reactor cu neutroni rapizi, răciți cu sodiu cu reproducerea combustibilului nuclear.

În continuare, se descrie tipul de centrale atomoelectrice cu circulație forțată a apei prin zona activă a reactorului și a centralelor atomoelectrice echipate cu turbine cu gaze. Centralele atomoelectrice cu turbine cu gaze de 12,5 MW folosesc în circuit închis drept agent termic și fluid motor heliu, iar centralele cu circulație forțată a apei vor avea puteri de 250 MW și 28 MW.

În capitolul VI se dau „Indicii tehnico-economici ai centralelor atomoelectrice".

1. Structura prețului de cost al energiei electrice, produsă de centralele atomoelectrice, luînd în considerare materia primă folosită în centrale, investițiile și cheltuielile de exploatare.

2. Comparație între caracteristicile centralelor atomoelectrice și termoelectrice.

Cartea ing. Nicolae Dănilă este o lucrare unitară, bazată pe o bogată bibliografie, dar nu posedă noțiuni de calcul și de proiectare a reactoarelor nucleare. În prefața cărții, prof. ing. C. Dinculescu, membru corespondent al Academiei R.P.R., arată că lucrarea „este o operă utilă și oportună, care va umple un gol existent în literatura noastră tehnică. Ea va fi utilă inginerilor și studenților din institutele tehnice superioare, cum și tuturor celor care au cunoștințe generale în domeniul centralelor electrice".

Ing. *A. C.*

LEI 5

E 2039

REFERALVA

R

ENERGETICA

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
ÜBM - CSERE
VYM - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

3

Energetica — Bucureşti

Anul VII ★ martie

1959

RECOMANDĂRI PRIVIND ÎNTOCMIREA ARTICOLELOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

— *Lucrările ce pot fi prezentate spre publicare sînt de importanță generală, tehnico-științifice, speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.*

— *Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.*

— *Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.*

— *Lucrările care au mai fost trimise și la alte publicații, publicate integral sau parțial, nu mai pot fi trimise redacției spre publicare.*

— *Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit, problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 6—8 rînduri, se va anexa lucrării.*

— *În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.*

— *Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiilor posibile.*

— *Anexele pot cuprinde demonstrații originale sau absolut necesare înțelegerii formulelor din text; de asemenea în anexe se pot da exemple de calcul.*

— *Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.*

— *Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului. Pentru demonstrații se vor alcătui anexe.*

— *Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, germane etc.*

— *Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet, tradus în romînește, ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet tradus în romînește revista tomul, anul, numărul, paginile.*

— *Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.*

— *Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri academice, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.*

— *Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora pentru publicare.*

— *Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări față de manuscris.*

E 2039

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS 1883

ENERGETICA

ANUL VII Nr. 3 MARTIE 1959

SUMAR

621.311.1.027.3(063) (100) CIGRÉ

Mihăileanu C. : **Cea de a XVII-a Sesiune a Conferinţei Internaţionale a Marilor Reţele Electrice (CIGRÉ)**, p. 93.

621.311.1.027.3(063)(100) CIGRÉ

Budeanu C. : **Dare de seamă asupra principalelor rapoarte prezentate şi a dezbaterilor în şedinţele de lucru ale sesiunii a XVII-a CIGRÉ**, p. 94

621.181.001/004

Sabău I. : **Contribuţii la determinarea raţională a domeniilor de funcţionare corectă a vaporizării în trepte**

Articolul scoate în evidenţă unele dintre aspectele teoretice care stau la baza funcţionării cazanelor cu vaporizarea în trepte şi propune un criteriu pentru delimitarea domeniului în care poate funcţiona corect vaporizarea în trepte, în ce priveşte regimul chimic al apei, în funcţie de presiunea în regim. Se dau şi exemplificări din practică

Energetica VII (1959), Nr. 3, p. 106

662.99

Staicu I. C., Beldiman T. M. : **Stabilirea limitelor pericadei de încălzire**

Întrucît în literatura de specialitate nu se pun criteriii fundamentale pentru stabilirea limitelor perioadei de încălzire, se expune o metodă analitică pentru stabilirea acestor limite, care ia în considerare bilanţul termic al clădirilor. Metoda a fost aplicată pentru condiţiile oraşului Bucureşti.

Energetica VII (1959), Nr. 3, p. 109

621.316.1 : 621.315.2.027.3.004.2—5

Costin E. : **Despre determinarea tensiunii şi periodicităţii încercărilor preventive în reţelele de cablu de înaltă tensiune.**

În articol se pun în discuţie criteriile pentru determinarea necesităţii încercărilor preventive în reţelele orăşeneşti de cablu, precum şi pentru aprecierea tensiunii şi frecvenţei optime a încercărilor preventive.

Concluziile teoretice şi unele aserţiuni din cuprinsul articolului se bazează pe de o parte pe studiile apărute anterior în literatură şi pe de altă parte pe unele date extrase din experienţa încercărilor preventive efectuate asupra reţelei unui mare oraş.

Energetica VII (1959), Nr. 3, p. 113

627.12.001

Solomon S. : **O metodă aproximativă pentru determinarea distribuţiei scurgerii pe suprafaţa unui bazin hidrografic.**

Se expune o metodă de determinare a scurgerii specifice prin corelaţie cu înălţimea medie, panta medie şi împădurirea bazinului.

Metoda este indicată în deosebi pentru calculele potenţialului hidroenergetic de suprafaţă al bazinelor.

Energetica VII (1959), Nr. 3, p. 123.

IN AJUTORUL EXPLOATĂRII

621.316.9 : 621.316.1

Chenzbraun I. : **Schema protecţiei homopolare direcţionale a cuplei între bare**

Se descrie o avarie ce a avut loc la o centrală electrică, ca urmare a unei concepţii incorecte a circuitelor secundare de alimentare a protecţiei homopolare direcţionale a cuplei, precum şi calea de remediere a schemei instalaţiei.

Energetica VII (1959), Nr. 3, p. 125

ENERGETICA PESTE HOTARE

621.311.1(51)

Energetica R. P. Chineze, p. 127.

DOCUMENTARE, p. 131

CĂRŢI NOI, coperta a 3-a

LUCRĂRI DE SPECIALITATE DIN PUBLICAȚIILE ROMÎNEȘTI

627.11 : 620.91.001

Constantinescu M. : **Contribuție la studiul indicilor calitativi ai resurselor hidroenergetice**. Studii și cercetări de Energetică, anul **VIII** (1958), Nr. 4, p. 489.

536.7 : 512.9.001

Bărănescu G. : **Asupra interpretării unor mărimi termodinamice**. Studii și cercetări de Energetică, anul **VIII** (1958), Nr. 4, p. 503

536.7.001

Westfried F. : **Funcțiile de schimb și factorii de formă ai sistemelor termice radiante**. Studii și cercetări de Energetică, anul **VIII** (1958), Nr. 4, p. 511

621.181.001/004

Antonescu N., Haiduc C., Kimmel E., Costea L. : **Asupra caracteristicilor de funcționare a cazanului Vuia**. Studii și cercetări de Energetică, anul **VIII** (1958), Nr. 4, p. 537.

621.316.11.001.24

Manea F. : **Despre utilizarea metodelor tensoriale și matriciale la studiul rețelelor electrice**. Studii și cercetări de Energetică, anul **VIII** (1958), Nr. 4, p. 555

621.316.13.016.313

Mocanu C. I. : **Transmisia energiei electromagnetice pe liniile trifazate cu construcție asimetrică, în regim dezechilibrat**. Studii și cercetări de Energetică, anul **VIII** (1958), p. 573

621.316.13.016.313

Apetrei C., Crețu D. : **Regimuri de funcționare nesimetrică a generatoarelor sincrone în cazul sistemelor energetice locale**. Studii și cercetări de Energetică, anul **VIII** (1958), Nr. 4, p. 599

621.3.072.2.005

Bălă C. V. : **Un regulator automat de tensiune de tip electromagnetic**. Studii și cercetări de Energetică, anul **VIII** (1958), Nr. 4, p. 621.

621.039 : 621.311.25.001

Ionescu G. : **Despre posibilitatea folosirii reacțiilor termonucleare dirijate pentru obținerea de energie electrică (I)**. Electrotehnica **VII** (1959), Nr. 1, p. 4.

621.313.322—81

Mándi A. : **Turbogeneratoarele fabricii GANZ**. Electrotehnica, **VII** (1959), Nr. 1, p. 22

621.311.22 (439.1)

Mokk L. : **Construirea de centrale termoelectrice în R. P. Ungară**. Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții, **XI** (1959), Nr. 1, p. 28

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R. P. R. și al Ministerului Industriei Grele-Departamentul Energiei Electrice — Redacția : București, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 16.78.78 — Administrația și Casieria: București, Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon : 14.06.24 — Revista este editată de A.S I.T. — Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediile filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară precum și prin responsabilii cu presa din cercurile A S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Publicațiile Tehnice A.S.I.T. 070124 B.R.P.R. Filiala I.V. Stalin — București — Tarif pentru întreprinderi: lei 100 anual. — Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri : lei 30 anual — Prețul unui exemplar : lei 5. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică Nr. 3 Bucuresti

ENERGETICA
ANUL VII
1959
Nr. 3
MARTIE
ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

Cea de-a XVII-a Sesiune a Conferinței Internaționale a Marilor Rețele Electrice (C.I.G.R.É.)

Conferința Internațională a Marilor Rețele Electrice (CIGRÉ) are ca scop discutarea problemelor tehnico-științifice ce intervin în proiectarea, construcția și exploatarea marilor sisteme electroenergetice din lume, precum și în construcția și comportarea echipamentului ce intră în componența acestor sisteme.

În anul 1921, Comisia Electrotehnică Internațională (CEI) a simțit nevoia de a crea o organizație separată, care să constituie o tribună liberă în care să se dezbată aceste probleme și astfel a fost creată organizația CIGRÉ.

Sesiunile CIGRÉ au loc din doi în doi ani la Paris și durează circa 10 zile.

La sesiunea a XVII-a, care a avut loc între 4 și 14 iunie 1958, s-au înscris 1 764 participanți din diferite țări după cum urmează :

Anglia	261	Italia	79
Austria	15	R.P.F. Iugoslavia	15
Belgia	141	Japonia	12
R.P. Bulgaria	6	Norvegia	26
Canada	11	Olanda	54
R. Cehoslovacă	7	R.P. Polonă	14
R.P. Chineză	7	R.P. Romînă	2
Danemarca	27	Spania	46
Elveția	133	Suedia	50
Finlanda	14	S.U.A.	39
Franța	507	R.P. Ungară	13
Germania	126	U.R.S.S.	14

Rapoartele prezentate au fost în număr de 138, din care 5, al căror obiect neintrînd în programul sesiunii 1958, nu au fost discutate. Ele se împart după cum urmează :

Secția 1 (*alternatoare, transformatoare, întreruptoare, uleiuri izolante, stații și posturi de transformare și condensatoare*)	55 rapoarte
Secția a 2-a (*cabluri* *))	16 rapoarte
Secția a 3-a (*stabilitate, supratensiuni atmosferice, telelransmisiuni, perturbații telefonice și radiofonice, fenomene reactive și deformante*)	48 rapoarte
Secția a 4-a (*tensiuni peste* 220 kV *și coordonarea izolației*)	19 rapoarte
Total	138 rapoarte

*) Liniile aeriene nu au fost discutate în această sesiune.

Proveniența rapoartelor pe țări a fost următoarea :

U.R.S.S.	8 rapoarte	Norvegia	3 rapoarte
Franța	8 rapoarte	R.P. Polonă	3 rapoarte
Germania	8 rapoarte	Australia	2 rapoarte
Anglia	8 rapoarte	R.P. Romînă	2 rapoarte
S.U.A.	8 rapoarte	R.P. Ungară	2 rapoarte
Suedia	7 rapoarte	R. Cehoslovacă	2 rapoarte
Elveția	7 rapoarte	Olanda	2 rapoarte
Belgia	6 rapoarte	Irlanda	1 raport
Italia	6 rapoarte	Izrael	1 raport
Japonia	5 rapoarte	Maroc	1 raport
Canada	4 rapoarte	Turcia	1 raport
Austria	3 rapoarte	Diverse	2 rapoarte
		Total	102 rapoarte

Rapoarte mixte (autori aparținînd mai multor țări)	8 rapoarte
Rapoarte ale Comitetelor Internaționale de Studii	28 rapoarte
Total general	138 rapoarte

Țara noastră a fost reprezentată la sesiune printr-o delegație compusă din :

— Acad. prof. ing. C. I. Budeanu, președintele Comitetului Național Romîn al C.I.G.R.É. și vicepreședinte al CIGRÉ ;

— Conf. ing. C. Apetrei, candidat în științe tehnice și director științific adjunct al Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.

Rapoartele cu care a participat țara noastră au fost în număr de patru și anume :

— Raportul asupra lucrărilor Comitetului Internațional de Studii nr. 16 al CIGRÉ pentru studiul fenomenelor reactive și deformante, întocmit de acad. prof. C. I. Budeanu ;

— „Influența regimului deformant asupra măsurării puterii și energiei active", întocmit de prof. dr. ing. I. S. Antoniu în cadrul lucrărilor Comitetului Internațional de Studii nr. 16 ;

— „Considerații asupra cuplării în paralel a alternatoarelor prin metoda autosincronizării", întocmit de prof. ing. C. Penescu ;

— „Analizator grafic, bazat pe utilizarea curenților de scurtcircuit, pentru studiul rețelelor

de înaltă tensiune", întocmit de ing. P. Dimo.

Delegații romîni la sesiune au participat la sesiunile de lucru plenare, la reuniunile a două comitete internaționale de studii (dintre care unul sub președinția romînească), la adunarea generală și la ședințele Consiliului de administrație (acad. prof. Budeanu). La toate manifestările acestea, delegații romîni au avut numeroase intervenții, între altele pentru susținerea rapoartelor romînești ale autorilor absenți la sesiune.

Cu ocazia adunării generale, s-au reconfirmat prin vot membrii consiliului, printre care figurează A. M. Nekrasov (U.R.S.S.), prof. W. Szumilin (R.P. Polonă) și prof. C. Budeanu (R.P. Romînă).

La sesiunea 1958, ca și la sesiunile anterioare de altfel, *participarea sovietică* s-a manifestat printr-o contribuție tehnico-științifică de valoare excepțională.

Această participare s-a bazat în primul rînd pe prezentarea a 8 rapoarte foarte interesante, bazate pe cercetări originale și rezultate de exploatare, expuse la un înalt nivel științific.

În plus au intervenit la discuții cu precizări importante în problemele controversate numeroși delegați sovietici, printre care acad. Kostenko, primul delegat sovietic Lebedev, V. A. Venikov și alții.

Dintre țările de democrație populară, participarea cea mai valoroasă a avut-o R. P. Polonă (3 rapoarte și 14 delegați).

Trebuie semnalată prezența pentru întîia oară a R.P. Bulgaria, printr-o delegație de 6 persoane, fără rapoarte. Comitetul Național Bulgar, recent înființat, a fost ratificat de adunarea generală.

Conf. C. Mihăileanu

Dare de seamă

asupra principalelor rapoarte prezentate și a dezbaterilor în ședințele de lucru ale sesiunii a XVII-a CIGRÉ

Acad. Prof. *C. BUDEANU*

Grupa 11 (*alternatoare*), președinte *Belfils* (Franța), raportor special *Wust* (Belgia).

Rapoartele prezentate la această grupă s-au preocupat în special de următoarele probleme și realizări :

G. Darrieus (Franța) expune într-un foarte interesant raport o concepție nouă în realizarea turboalternatoarelor. În acest raport, G. Darrieus expune o realizare care comportă un rotor bobinat polifazat și alimentat prin curenți de joasă frecvență, ceea ce permite ca cîmpul rezultant magnetic să alunece ușor față de rotor, făcînd posibilă o funcționare asincronă de durată.

Ch. Kovacs și *F. Csaki* (R.P. Ungară) au prezentat un raport privind de asemenea mersul asincron al turboalternatoarelor.

Hamdi-Sepen (Turcia), în raportul ce a prezentat examinează influența rapidității răspunsului mașinii excitatoare asupra funcționării mașinii sincrone principale.

Del Pedro, A. Wavre și *M. Cuenod* (Elveția), prin raportul prezentat, examinează stabilitatea artificială a unui compensator sincron.

C. Penescu (R.P.R.) a prezentat un referat asupra cuplajului în paralel al alternatoarelor prin metoda auto-sincronizării. S-au expus proprietățile și avantajele acestei metode, cît și rezultatele obținute în R.P.R. cu experiențele efectuate din 1955 prin aplicarea auto-sincronizării.

A fost favorabil reținută metoda originală de calcul al timpului de sincronizare, expusă în acest raport.

Pînă în prezent, acest referat a fost menționat în revistele *Elektrotechnische Zeitschrift*, *Electrical Times* și *Revue Générale de l'Electricité*.

Easton, Fisher și *Friedlander* (Anglia) au expus prin referatul lor folosirea de transductoare de mare putere (cca 100 MVA) la încercarea marilor generatoare prin încărcarea lor cu sarcini reactive, permițînd astfel măsurarea pe o cale simplă a încălzirii și reactanței mașinilor.

R. Fritthum și *A. Mosbeck* (Austria) au expus realizarea unei cuplări elastice directe între o rețea trifazată de 50 Hz și una monofazată de 16 2/3 Hz, care a dat bune rezultate în Austria.

Menționăm de asemenea și următoarele alte referate prezentate la această grupă :

W. Kilner (Anglia), „Rezultatele experimentale privind condițiile de funcționare a turboalternatoarelor răcite cu apă în contact direct cu conductoarele de cupru ale statorului" ;

F. Müllner și *E. Wiedeman* (Germania), „Posibilitățile de creștere ale utilizării turbo-generatoarelor și ale construcției de grupe de mare putere" ;

W. Frey și *R. Noser* (Elveția), „Evoluția recentă a chestiunii excitației și a reglajului mașinilor sincrone" ;

M. Dureault, *P. Letrillart* și *A. Valentin* (Franța), „Posibilități și avantaje ale turboalternatoarelor cu răcire activată".

Discuția la această grupă a fost foarte animată. O examinare contradictorie a avut loc asupra răcirii cu gaz a bobinajelor generatoarelor de mare putere.

W. Kostenko (U.R.S.S.) a expus încercări făcute în U.R.S.S. pentru reglarea prin transductoare, aducînd la cunoștință totodată că în anii următori se vor construi mașini de 200—300 MW sub tensiune pînă la 20 kV și cu răcire cu apă.

James (Anglia) s-a ocupat de condițiile încărcărilor reactive ale rețelei prin generatoare. A relevat între altele că încercările cu noi regulatoare de tensiune au arătat că o mașină de 60 MW cu un factor de putere capacitiv de 0,6 poate funcționa la plină sarcină.

Magnien (Franța) a relevat importanța marilor compensatoare sincrone la consolidarea stabilității și a menținerii tensiunii în timpul oscilației sarcinilor în rețea.

Henning (Germania) este de părere că azi toate regulatoarele au o suficientă viteză de reglaj, încît supraexcitarea generatoarelor pierde din importanță.

Venikov (U.R.S.S.) arată că centrala Kuibîșev este amenajată cu excitația prin redresoare al căror preț este cu 50% mai coborît decît dispozitivele de excitație normale.

C. Apetrei (R.P.R.) a intervenit subliniind, asupra construcției turbogeneratoarelor de mare putere, atenția ce trebuie acordată construcției rotorului pentru a obține micșorarea pierderilor din înfășurarea de excitație. De asemenea, a intervenit la discuția problemelor generale ce privesc sistemele de excitație a mașinilor sincrone relevînd cercetările ce au fost făcute în țara noastră în acest scop și rezultatele obținute.

C. Budeanu (R.P.R.) a intervenit relevînd însemnătatea raportului prezentat de C. Penescu, care expune importanța rezultatelor obținute în țara noastră prin metoda auto-sincronizării, cît și caracterul original al calculului expus în raport asupra timpului de sincronizare.

Grupa 12 (*transformatoare*), președinte *Norris*, raportor special *Langlois-Berthelot*.

În această grupă, 6 rapoarte : *E. C. Wentz* (S.U.A.), *G. R. Meador* (S.U.A.), *Casson și Harpar* (Anglia), *Kappeler* (Elveția) și *Langlois-Berthelot* (Franța) s-au ocupat de probleme speciale și de dezvoltarea transformatoarelor de înaltă și foarte înaltă tensiune.

Cinci rapoarte au tratat problema scurtcircuitelor la marile transformatoare : *Stenkvist* (Suedia), *Pichon*, *Hochart*, *Salgues* (Franța) și *Kulda* (Cehoslovacia).

Cinci rapoarte privitoare la reglajul automat cu comutatoare sub sarcină au fost prezentate de : *Nolen* (Olanda), *Hox* (Norvegia), *Cronin*, *O'Donnel* și *Tinney* (Irlanda) și *Lang* (Germania).

Două rapoarte au fost prezentate de : *Karady* (Ungaria) și *Heller* (Cehoslovacia) privind influența undelor de șoc și manifestările de supratensiuni.

La discuție au intervenit asupra chestiunilor prezentate la această grupă foarte mulți congresiști. A fost subliniată dificultatea și în același timp importanța problemelor față de creșterea puterilor de scurtcircuit a rețelelor, de realizarea autotransformatoarelor de reactanță redusă și de întrebuințarea eventuală în unele țări a întreruptoarelor în derivație.

Necesitatea de a se cunoaște proprietățile mecanice ale cuprului a fost subliniată, ceea ce se pare că depinde într-o importantă măsură de impuritățile care condiționează în particular recristalizarea. Este o problemă de tehnologie care mai trebuie încă studiată.

Părerile nu sînt unanime asupra interesului de a predetermina cu precizie forțele electromagnetice, ceea ce totuși ar părea realizabil cu mașinile moderne de calcul.

A fost discutată posibilitatea de a determina exact dimensiunea bobinajelor după tratarea lor. S-a relevat de unii cercetători că după o primă uscare, o punere sub vid și reumplere cu ulei nu produc variații sensibile asupra înălțimii bobinajelor.

În ceea ce privește reglarea automată a comutatoarelor sub sarcină, părerile cele mai numeroase s-au exprimat în sensul că reglarea automată este de preferat a fi rezervată în scopul menținerii tensiunii, avîndu-se totuși în vedere și pentru variația sarcinilor.

Reglarea manuală poate fi folosită atît pentru tensiune în rețele de înaltă tensiune, cît și pentru sarcini active și reactive.

Unii congresiști au semnalat faptul că deși mișcarea prizelor în timp de scurtcircuite ar fi compatibilă cu comportarea materialului, este totuși preferabil să se preocupe serios de evitarea acestor situații.

Dr. *W. Schaffer* (Germania) a expus cîteva considerații în legătură cu problemele de transport și de dimensionare a transformatoarelor. Astfel, luîndu-se în considerare alternativa a două transformatoare de 300 MVA față de unul de 600 MVA, ținîndu-se seama de condițiile de demontare, remontare, încercări, cît și aceea de disponibilitate în cazul cînd una dintre unități ar fi scoasă din serviciu, concluzia pare a înclina spre soluția a două unități față de una de putere dublă, mai ales cînd este vorba de unități de mare putere.

Grupa 13 (*întreruptoare*), sub președinția *H. Schiller*. Această grupă a prezentat zece rapoarte printre care figurează și raportul de activitate al Comitetului de Studii al Întreruptoarelor cu o anexă cuprinzînd : „Propunerea relativă la evaluarea tensiunii tranzitorii de restabilire echivalentă pentru încercarea întreruptoarelor", a lui *A. Hochrainer*.

Raportorul special *H. Puppikofer* a divizat rapoartele prezentate în două subgrupe. Prima subgrupă cuprinde rapoartele privitoare la problemele de bază ale construcției întreruptoarelor de putere, cît și la încercarea și condițiile tehnice de funcționare. A doua subgrupă conține referate care se preocupă de elementele caracteristice ale rețelelor, ale calculului curenților de scurtcircuit, cît și a rezultatelor de funcționare.

În raportul prezentat de *Bergström* și *Pucher* (Suedia), s-au expus măsurători asupra rigidității dielectrice a aerului din întreruptoare pneumatice sub presiune. S-a constatat că la viteze peste 200 m/s intervin scurte discontinuități ale rigidității.

La discuții, *Hawkins* a relevat că măsurători analoage s-au făcut în Anglia, prin care s-au constatat astfel de discontinuități de aproximativ de un interval de 1 ms.

A. F. B. Young a relevat influențele neregulate ale aerului cald la intervalele de întrerupere ale aparatului.

N. M. Cernîșev (U.R.S.S.) prin raportul său : „Circuite artificiale pentru încercări sintetice ale puterii de rupere ale întreruptoarelor", a expus aplicațiile practice ale schemelor sintetice de încercare *Gorev*. Scheme analoage au fost indicate și de *M. P. Kostenko*.

Un interes deosebit a prezentat raportul expus de *D. F. Amer* și *A. F. B. Young* (Anglia) asupra încercărilor făcute în camere de stingere a întreruptoarelor cu mic volum de ulei. La discuție, *A. Roth* a arătat că prin multiple spații de întrerupere în serie, chiar la întreruptoare cu ulei redus, se pot efectua încercări la plină sarcină. Se recomandă șase spații la 200 kV și zece spații la 300 kV.

O bună parte din discuțiile la această grupă a fost afectată propunerii lui *A. Hochrainer*, prezentată în cadrul comitetului de studii pe baza metodei de patru parametri în legătură cu evaluarea tensiunii tranzitorii.

Raportul *E. Maury*, *J. Renaud*, *Y. Baron*, *M. Pouard* (Franța) a expus o serie de interesante încercări cu întreruptoare funcționînd în special cu supratensiuni foarte reduse și asupra urmărilor pe care le pot avea asupra izolației rețelelor.

Raportul *G. Catenacci* și *A. Formica* (Italia) în cadrul celei de a doua grupe (probleme ale rețelelor) expune o metodă mai precisă a evaluării curenților de scurtcircuit în marile rețele. Autorul a accentuat totuși că această metodă, deși mai precisă, este probabilă numai în puține cazuri, ceea ce a fost confirmat și de *W. Szwander* privitor la siguranța alegerii întreruptoarelor de putere.

O discuție interesantă asupra fenomenelor de reanclanșare rapidă, cît și a restabilirii și reamorsării, a fost provocată de raportul *J. H. Kinghorn*, *H. C. Barnes* și *A. Hauspurg* (S.U.A.) asupra rețelelor de 345 kV din Statele Unite, cît și a raportului *S. Fukuda*, *F. Mori*, *K. Nakanishi* și *T. Ushio* (Japonia), asupra rețelelor de 66 la 275 kV în Japonia.

Mai citățm între altele raportul *F. Schär* și *P. Baltensper* (Elveția) privitor la anclanșarea și declanșarea unei baterii de condensatoare serie la substația Lachmatt din Elveția.

Grupa 14 (*uleiuri și materii izolante*), sub președinția *H. Weiss*.

S-au discutat 7 rapoarte plus un studiu cu subiectul „Influența umidității în transformatoarele de putere și de măsură asupra îmbătrînirii hîrtiei și a rigidității dielectrice", reprezentînd o anexă la Raportul asupra lucrărilor Comitetului de Studii respectiv.

În aceste rapoarte, ideea dominantă se referă la întrebuințarea uleiurilor minerale și a folosirii lichidelor izolante neinflamabile, cît și comportarea lor relativă în folosirea de hîrtie impregnată la condensatoare și transformatoare.

Raportorul special *Salomon* a divizat aceste probleme între următoarele aspecte de detaliu :

a) Uleiuri de origină minerală pentru condensatoare și transformatoare.
b) Lichide izolante neinflamabile.
c) Influența umidității asupra îmbătrînirii hîrtiei impregnate cu ulei.
d) Izolări noi artificiale și întrebuințarea lor.

La discuții, între altele, s-a dat de către mulți vorbitori o atenție specială problemei uleiurilor pentru condensatoare, printre care *P. R. Coursey* relevă că constructorii de condensatoare nu apreciază amestecurile de uleiuri. *F. M. Clark* (S.U.A.) consideră că noi materiale au devenit disponibile. Este timpul pentru o reexaminare a dezvoltării transformatoarelor pe baza noilor materiale. Pot ajuta la acest scop lichidele neinflamabile și care pot fi folosite la impregnarea izolantelor electrice denumite Ascarele.

Acest punct de vedere a fost expus în detaliu și în raportul *F. Clark* (S.U.A.), *Ph. Coursey* (Anglia), *F. Liebscher*, *K. Potthof* (Germania) și *F. Viale* (Franța).

Într-un raport *K. Abegg*, *Ch. Caflisch* și *F. Knapp* (Elveția) se prezintă rezultatele cercetărilor recente capabile de a transforma tehnica izolației statorice a generatoarelor în vederea realizării de mașini din ce în ce mai puternice.

T. Leardini și *A. De Nat* (Italia), în raportul lor, expun rezultatele a o serie de cercetări în vederea punerii la punct a unei metode acceptate internațional pentru încercarea rigidității dielectrice a transformatoarelor. Încercările au fost efectuate asupra rigidității dielectrice a uleiurilor de transformatoare efectuate în cadrul Comitetului nr. 1 CIGRÉ în colaborare cu Comitetul nr. 10 CEI. Obiectivul încercărilor a fost în special de a elimina cauzele de erori produse de forma de undă a tensiunii aplicate, reglajul gradientului de tensiune, menținerea amplitudinii și a duratei curentului de amorsare.

Z. Cicinski (Polonia) în raportul său expune o serie de încercări avînd ca obiect stabilirea unei corelații între factorul de pierderi al uleiurilor și proprietățile lor chimice, constituind noi criterii de apreciere a izolanților la temperaturi superioare celor normale.

Raportul Comitetului de studii ale uleiurilor izolante sub președinția *H. Weiss* (Franța) expune lucrările efectuate în domeniile pierderilor dielectrice, al rigidității dielectrice și al alterării uleiurilor. Acest raport cuprinde și o anexă prezentată de *J. Fabre* și *H. Jossé*, mai sus menționată.

Grupa 15 (*stații și posturi de transformare*), sub președinția *M. Schulze*, raportor special fiind *M. Hochrainer*.

S-au discutat cele 8 rapoarte repartizate la această grupă.

Primul subiect examinat se referă la chestiunile tratate în rapoartele prezentate de *E. Mean* (Belgia) „Reflecții asupra structurii rețelelor suprapuse pentru alimentarea unei regiuni" și *A. Dejou, J. Moriseau* și *J. Sallard* (Franța): „Evoluția alimentării marilor aglomerări urbane".

Numeroși congresiști au luat parte la discutarea acestor rapoarte, expunînd diversele lor puncte de vedere și experiențele lor asupra distribuției energiei electrice în regiunile de mari densități de putere. S-a ajuns la concluzia că nu poate fi vorba de stabilirea unei reguli generale și că trebuie să se țină cont de numeroși factori tehnici, economici, sociali și chiar istorici înainte de a se preciza tipul rețelei de utilizat.

Al doilea subiect examinat se bazează pe rapoartele: *G. Oberdorfer* (Austria) „Stații de tip exterior cu sisteme de bare în cablu" și două rapoarte prezentate de *Tsao Yen, Ting Chu Ying, Hsu Mao Chun* și *Chou Da Hau* (Republica Populară Chineză) asupra cadrelor din beton armat prefabricat și a construcțiilor de stații în Republica Populară Chineză.

Numeroși participanți au intervenit în discuția acestor rapoarte, fiecare expunînd rezultatele obținute cu anumite materiale și anumite tipuri de echipamente privind structura și instalațiile posturilor.

În fine, ultimul subiect discutat se referă la raportul prezentat de *J. Sallard, M. Mery* și *V. Verneau* (Franța). Asupra acestui raport *Cherry* (Anglia) expune punctul său de vedere al standardizării tablourilor de comandă și a tablourilor de relee în vederea reducerii costului de instalații și de a ajunge la un minimum de lucrări de studii în birouri.

Este de remarcat între altele că *A. Dejou* (Franța) consideră un dezavantaj al distribuției generale prin sisteme buclate. Puterea în Paris ajungînd la 10 000 kVA pe km^2, se propune a se introduce alimentarea sub 220 kV chiar în centrul orașului.

De asemenea, *A. Erskine* (Anglia) a descris o stație de 132/33 kV din „South of Scotland Electricity Board", situată în centrul unui mare oraș.

Grupa 17 (*condensatoare*), sub președinția *M. Elsner*, raportor special *M. Lehmhaus*.

Comitetul de studii nr. 18 al condensatoarelor a fost creat în 1956, așa încît această grupă s-a întrunit prima dată în anul 1958, prezentîndu-se 11 rapoarte cu două anexe.

Totalitatea rapoartelor acestei grupe au tratat de fapt trei subiecte principale și anume:

Un prim subiect referindu-se la construcția condensatoarelor a fost discutat în rapoartele: *H. Strab* și *H. Maylandt* (Germania), „Starea actuală a tehnicii condensatoarelor cu hîrtie metalizată destinate rețelelor de energie"; *M. Pierson* (Belgia), „Influența îmbunătățirii calității hîrtiei asupra construcției condensatoarelor"; *H. Elsner* (Elveția), „Cîteva aspecte comparative asupra noilor materiale impregnante"; *H. Roser*, „Raportul asupra lucrărilor comitetului de studii nr. 18"; *W. A. Morgan*, „Influențele supratensiunilor asupra condensatoarelor și metodele de a le măsura"; *H. Walker* și *P. R. Coursey*, „Protecția condensatoarelor shunt prin scurtcircuitare".

Asupra acestor rapoarte s-au expus diferite puncte de vedere privind materialele impregnante și măsura ionizației, fără a se fi putut stabili concluzii concrete. De altfel, chestiunile privind materialele izolate impregnante au fost discutate și la grupa 14.

Un al doilea subiect privitor la întrebuințarea condensatoarelor în rețele a fost expus în special în rapoartele: *F. Schär* și *P. Baltensperger* (Elveția), „Anclanșarea și declanșarea condensatoarelor serie la substația Lachmatt din Aar și Tessin", raport discutat și la grupa 13, și *E. Bornitz, M. Hoffmann* și *G. Leiner*, „Armonice în rețelele electrice și reducerea lor prin filtre".

Aceste rapoarte au provocat o importantă discuție, diverși vorbitori exprimînd punctul lor de vedere asupra repartiției puterii reactive în diverse regiuni ale rețelei și a problemei producerii ei prin condensatoare sau alternatoare sincrone. Din această discuție a reieșit că întrebuințarea condensatoarelor statice reprezintă încă mijlocul cel mai economic în general. De altfel, aceste rapoarte și discuția respectivă sînt în corelație cu obiectul general al fenomenelor reactive, care în 1958 au fost reluate în cadrul grupei 35 B.

Asupra raportului mai sus menționat, referitor la armonicele în rețelele electrice, a intervenit în discuție și delegatul romîn prof. *C. Budeanu*, care, după ce a accentuat importanța acestui raport prin rezultatele experimentale prezentate, a relevat totuși studiile anterioare pe care le-a efectuat asupra producerii fenomenelor deformante și deci a armonicelor, cît și teoria com-

pletă, publicată de circa 8 ani, asupra compensării acestor fenomene prin filtre.

Al treilea subiect discutat în această grupă se referă la două referate privitoare la condensatoare serie, care s-au discutat și în grupa 32.

La discuție s-a mai relevat faptul că fenomenele deformante produse prin armonicele de curent pot fi compensate fie prin filtre, cum s-a arătat mai sus, fie prin multiplicarea numărului de faze ale redresoarelor. Potrivit unui punct de vedere englez, în cazul cînd instalarea filtrelor este mai economică decît multiplicarea numărului de faze ale redresoarelor, atunci se preferă soluția filtrelor. În Japonia s-a constatat producerea armonicelor superioare prin transformatoare cu fier saturat.

Această constatare este de asemenea un adevăr pe care l-am relevat mai de mult atît teoretic cît și experimental în cadrul lucrărilor anterioare ale Comitetului Fenomenelor Reactive și Deformante.

Grupa 21 (*cabluri de înaltă tensiune*), sub președinția prof. *Van Staveren*, raportor special fiind dr. *L. Brazier*.

S-au prezentat în această grupă 14 rapoarte constituind patru subiecte esențiale ce au fost puse în discuție. În plus, s-a examinat un proiect de norme de încercări ale cablurilor izolate cu hîrtie, întocmite de Comitetul de Studii respectiv, cît și un raport privitor la supratensiunile critice la extremitățile unui cablu racordat la o linie aeriană supusă la lovituri de trăznet, care fusese clasat la grupa 33.

Primul subiect cuprinde patru rapoarte referitoare la cabluri de înaltă tensiune pentru transport submarin și anume :

G. Möllerhöj (Danemarca), *C. Sutton* și *A. Morgan* (Anglia) expun rezultatele obținute cu un cablu plat cu două conductoare, umplut cu ulei, pentru transport submarin în curent continuu. Raportul a fost însoțit de un film.

K. Ikeda (Japonia) expune dezvoltarea considerabilă pe care au luat-o transporturile submarine în Japonia. Raportul prezintă o foarte interesantă expunere privitoare la montajul cablurilor în șănțulețe amenajate sub fundul mării.

M. Visentini, A. Asta și *F. Trimani* (Italia) prezintă un studiu preliminar al unui proiect de export de energie din Iugoslavia în Italia în cablu submarin. Raportul este însoțit de un studiu matematic al perturbațiilor magnetice, fiind vorba de un transport în cabluri sub curent continuu.

T. Igledow (Canada), *D. T. Hollingsworth* și *A. L. Williams* (Anglia) prezintă o dare de seamă a unui cablu submarin, care sub 138 kV transportă 120 MW din continentul american în insula Vancouver. Cablul acesta este unic pînă în prezent, avînd o lungime continuă și deci lipsită de manșoane.

În raport sînt expuse atît studiul teoretic, cît și metodele practice de control a pozei cablului.

Al doilea subiect privitor la cablurile sub curent continuu este expus în următoarele rapoarte :

J. Möllerhöj, în raportul mai sus menționat la primul subiect, ajunge la concluzia că cablul convine la transportul în curent continuu și că ar fi posibil ca în viitor curentul continuu să depășească curentul alternativ pentru transporturi la mare distanță.

S. Gorodettski (U.R.S.S.) prezintă o dare de seamă extrem de interesantă și bine documentată asupra experienței cu un cablu în curent continuu ± 200 kV în serviciu și cu un cablu experimental de curent continuu ± 400 kV. Raportul cuprinde de asemenea o interesantă cercetare a fenomenelor dielectrice ale cablului în regim de curent continuu.

R. Mildner și *E. Humphries* (Anglia) menționează întrebuințarea de cabluri izolate cu materiale plastice atît pentru curent continuu de înaltă tensiune, cît și pentru curent alternativ.

Al treilea subiect se referă în special la cabluri izolate cu materiale plastice. Asupra acestui subiect în afară de raportul *R. Mildner* și *E. Humphries* mai sus relevat, menționăm și raportul *J. Vos* și *J. Vermeer* (Olanda) prin care se expune o serie de interesante experiențe cu pereți dielectrici formați din pelicule de materie plastică, suprafețele respective fiind făcute în prealabil rugoase, spre a se permite apoi impregnarea peretelui dielectric cu ulei, analog cu impregnarea hîrtiei de izolație a cablului. Rezultatele acestui procedeu tehnologic sînt cu totul încurajatoare.

Al patrulea subiect examinat s-a referit la studii speciale de cabluri pentru curent alternativ de înaltă tensiune, expuse în următoarele rapoarte :

P. Gazzana-Priarogia, G. Palandri (Italia) prin raportul prezentat ajung la concluzia că pentru transportul de energie în curent alternativ 400 kV, cablul umplut cu ulei la joasă presiune este mult mai avantajos în comparație cu acela sub înaltă presiune.

În adevăr, calitatea de performanță a dielectricilor sub înaltă presiune nu poate fi complet utilizată la 400 kV din cauza influenței defavorabile a capacității mărite prin reducerea grosimii peretelui dielectric.

S. Bödtker și *J. Norman Johnson* (Norvegia) descriu o instalație de două cabluri de cîte 7,5 și 4,5 km umplute cu ulei funcționînd la 300 kV lîngă Oslo. Expunerea a fost însoțită de filme.

F. H. Kreuger (Olanda) expune un interesant studiu de cercetări privitor la diferite metode de detectare și de evaluare a descărcărilor interne în dielectricul cablului. Autorul conchide că pentru aprecierea calităților unui cablu este mult mai interesant criteriul pe care ni-l oferă

tensiunea de producere a descărcărilor decît încercările de îmbătrînire.

R. Tellier, *L. Constantin*, *J. M. Brenac*, *J. M. Oudin* şi *J. Balle* (Franţa) prezintă un studiu de ansamblu asupra cablurilor de înaltă tensiune atît în curent continuu, cît şi alternativ. S-a relevat între altele că mărimea cîmpului sau a tensiunii deasupra unei anumite valori conduce la o creştere redusă a puterii transportate în cabluri. Pe de altă parte, o răcire forţată printr-o circulaţie de ulei conduce la o ameliorare remarcabilă.

Grupa 32 (*stabilitatea reţelelor şi reglajul tensiunii, puterii şi al frecvenţei*), prezidată de *C. Herlitz* şi avînd ca raportor special pe *R. Robert*.

S-a examinat un număr important de rapoarte ale căror obiective se pot clasifica în cadrul a trei subiecte importante :

Un prim subiect prezentat în 5 rapoarte de *F. Denis* (Belgia), U.C.P.T.E., *J. Preminger* (Israel), *O. Bruetzel*, *W. Neumann*, *H. Stuhlen* (Germania), *P. Anciaux*, *A. Dejou* (Franţa), *S. Cray*, *I. Herlitz* şi *B. Favez* se preocupă de frecvenţa şi de puterile schimbate între reţelele interconectate. Acest subiect a provocat un interes crescînd faţă de sesiunile anterioare, dat fiind importanţa pe care o ia problema extensiunii interconexiunilor internaţionale care tind a se elibera de frontierele comerciale sau administrative.

Totuşi, după cum arată unele dintre aceste rapoarte, în situaţia actuală puterile schimbate între marile reţele internaţionale interconectate sînt încă foarte mici. Astfel, puterea schimbată între Franţa şi Belgia este de numai 15 MW faţă de 10 000 MW puterea globală produsă în Franţa şi Belgia. De asemenea, între Franţa şi Germania este o circulaţie de numai 70 MW faţă de circa 20 000 MW produsă global în Franţa şi Germania.

Această situaţie relevează că problema interconectării reţelelor internaţionale nu este încă epuizată.

S-au relevat totuşi eforturile importante făcute spre a se pune la punct diversele aspecte ale acestei probleme şi în special înţelegerile binevoitoare între unele întreprinderi din diverse ţări, spre a se realiza încercări în comun de interconectări şi de schimburi reciproce de energie, care au dus la rezultate foarte încurajatoare, trecînd peste consideraţii de frontiere politice şi economice.

Un al doilea subiect prezentat în 7 rapoarte de *H. Messerle* (Australia), *D. Azariev*, *V. Venikov*, *L. Mamikonianţ* şi *I. Siromiatnikov* (U.R.S.S.), *S. Lalander* şi *L. Norlin*, *S. Mivata* (Japonia), *E. Voipio* (Finlanda), *S. Crary*, *I. Herlitz* şi *B. Favez*, examinează problema devenită atît de acută a stabilităţii reţelelor.

Atît prin rapoartele prezentate, cît şi cu ocazia discuţiilor au fost date importante precizări asupra diferiţilor parametri influenţînd asupra stabilităţii, asupra condensatoarelor serie folosite în Suedia, în U.R.S.S., în Maroc şi Japonia, relevîndu-se importanţa acestei probleme, a duratei anuale de utilizare şi a dispozitivelor de protecţie.

Studii şi rezultate foarte importante au fost prezentate pe baza cercetărilor efectuate în U.R.S.S. relativ la creşterea stabilităţii de funcţionare a reţelelor electrice şi a liniilor de transport la foarte mare distanţă.

În ceea ce priveşte posibilitatea de îmbunătăţire a stabilităţii prin regulatoare de tensiune rapidă, s-a relevat necesitatea unei cooperări de cercetări mai strînse între constructorii de regulatoare şi exploatatorii reţelelor.

Precizări importante au fost de asemenea date asupra practicii reanclanşării nesincrone practicată cu succes în U.R.S.S.

Puterea economică transportată este funcţie de o serie de parametri, care deocamdată sînt încă diferiţi de la o ţară la alta. O operă de unificare în acest domeniu este încă de urmărit.

Al treilea subiect examinat în patru rapoarte prezentate de *P. Dimo* (R.P.R.), *R. Brown* şi *W. Tinney* (S.U.A.), *A. Calvaer* (Belgia), *C. Adamson* (Anglia) şi *A. El Serafi* (Egipt) tratează problema analizatoarelor de reţea.

Diferite tipuri de analizatoare de toate categoriile continuă a fi utilizate, pe o cale cît mai largă, de inginerii care se ocupă de problemele reţelelor electrice.

În cursul discuţiei asupra acestui subiect a fost relevată posibilitatea calculatoarelor aritmetice. Modele relativ mari (memorie de 20 000 cuvinte şi mai mult) au devenit de o întrebuinţare foarte rentabilă pentru calcule de mari reţele. Totuşi, calculatoarele analogice au încă mari domenii de aplicaţii în special la calcule de curent de scurtcircuit şi probleme de repartiţie economică. Analizatorul diferenţial permite o reprezentare fidelă a fenomenelor dinamice, cu aplicaţii la calculul defazoarelor, cît şi a disimetriei multiple.

În afară de aceste principii de analizatoare, la sesiunea CIGRÉ din acest an s-a prezentat printr-un raport romînesc întocmit de ing. *Dimo* un analizator grafic care depăşeşte cu mult caracterul unui obiect de demonstraţie cu rol didactic. În cadrul discuţiei grupei 32, s-a subliniat utilitatea acestui analizator grafic romînesc de către congresistul *Magnien* (Franţa). Cu ocazia aceleiaşi discuţii, delegatul romîn *C. Apetrei* a subliniat importanţa analizatorului grafic propus de ing. *Dimo*, expunînd totodată comparativ rezultatele experimentale obţinute într-o reţea romînească cu acest analizator.

De altfel, acest aparat este astăzi folosit în mod curent la I.S.P.E., iar statul romîn l-a brevetat într-o serie de ţări şi este în curs de tipărire un volum important relativ la folosirea acestei metode romîneşti.

De altfel, presa străină de specialitate a privit favorabil acest analizator cu ocazia dărilor de seamă asupra sesiunii CIGRÉ 1958, ca de exemplu *Elektrotechnische Zeitschrift* (1.09.1958). Revista de documentație a societății *Electricité de France* s-a exprimat textual :

„Analizatorul grafic permite a reprezenta un regim de funcționare prin elemente geometrice simple, care reprezintă diferitele mărimi intrînd în joc. Această metodă găsește un loc special printre metodele analitice, cîteodată impracticabile".

Grupa 33 (*descărcări atmosferice și supratensiuni*), raportor special *R. Golde* (Anglia).

S-au examinat 12 rapoarte, plus încă trei rapoarte aparținînd altor grupe, care s-au ocupat totuși și de problema supratensiunilor.

Influența furtunilor și a descărcărilor atmosferice asupra rețelelor, cît și măsurile de protecție corespunzătoare constituie tema principală care a fost examinată de această grupă, cuprinzînd însă de fapt o numeroasă varietate de probleme. De o deosebită importanță au fost relevările privitoare la constatările experimentale efectuate în special în U.R.S.S. și Japonia. Supratensiunile de natură internă au făcut obiectul unor rapoarte privitoare la importante cercetări în R. Cehoslovacă, Anglia, S.U.A. De asemenea, o atenție importantă s-a dat și problemelor de măsurătoare.

Rapoartele examinate în această grupă s-au preocupat de următoarele principale subiecte :

Un prim subiect privind „Supratensiunile datorite manevrelor de întreruptoare" a fost expus în șase rapoarte prezentate de *J. Meador* (S.U.A.), *I. Johnson* (S.U.A.), *S. Fujitaka*, *J. Tomiyama*, *Y. Hirose* și *T. Issiki* (Japonia), *R. Gert*, *V. Homa*, *V. Kalousek*, *F. Popolansky* și *V. Vyskocil* (R. Cehoslovacă), *E. White* și *M. Reece* (Anglia), *H. von Cron* și *H. Dorsch* (Germania).

În cadrul acestui subiect s-au examinat caracteristicile supratensiunilor de comutație, stabilirea unei forme de undă reprezentativă pentru încercări, rigiditatea dielectrică a izolanților față de supratensiunile provocate, protecția aparatajului contra supratensiunilor produse.

Este interesant de relevat că părerile sînt încă împărțite asupra tipurilor de manevre susceptibile de a provoca supratensiuni. În S.U.A., întreruperea unui curent capacitiv este privită ca o problemă mai importantă decît aceea a unui curent inductiv, pe cînd în Europa, o mai multă importanță se atribuie acestuia din urmă. Din punct de vedere al exploatării, nu numai supratensiunea produsă poate interesa, ci poate mai mult frecvența probabilă a cazurilor produse de diferite amplitudini. Nu s-a realizat încă un progres suficient asupra stabilirii unei forme de undă reprezentativă privind încercările și determinarea caracteristicii izolării materialului și aparatajului.

Descărcătoarele iau o importanță din ce în ce mai mare pentru a limita la un nivel predeterminat supratensiunile datorite întreruptoarelor.

White și *Reece* (Anglia), prin raportul prezentat, au arătat cum în trei stațiuni din Anglia au observat pe cale oscilografică supratensiunile produse timp de doi ani. Valoarea de supratensiune observată a fost de 2,65 ori a tensiunii stelate la bornele transformatorului prin descărcarea sa în gol. Supratensiunea la bare avea însă o valoare mai coborîtă care nu depășea proporția de 1,9.

Un al doilea subiect examinat a cuprins „Caracteristicile loviturilor de descărcări atmosferice", expus în patru rapoarte de *H. Ellis* și *H. Linck* (Canada), *V. Burgsdorf* (U.R.S.S.), *F. Creed* (Canada), *S. Fujitaka*, *J. Tomiyama*, *Y. Hirose* și *T. Issiki* (Japonia), *R. Gert*, *V. Homa*, *V. Kalousek*, *F. Popolansky* și *V. Vyskoch* (R. Cehoslovacă).

S-a relevat necesitatea unei cunoașteri mai precise a diverșilor parametri intervenind într-un fenomen de descărcare electrică spre a se putea prezice mai exact regimurile probabile ale liniilor de transport lovite de aceste descărcări.

Factorul care provoacă cea mai importantă controversă în evaluările teoretice ale comportărilor liniilor la descărcările electrice este forma de undă a curentului descărcării. Se resimte necesitatea unor verificări mai aprofundate a unor cifre indicate în unele rapoarte.

Un factor important asupra căruia lipsa unor noi precizări se resimte este frecvența loviturilor electrice pe liniile electrice și corelația cu activitatea intemperiei.

În raportul prezentat de *H. Ellis* și *H. Linck* (Canada), s-a descris un nou contor al descărcărilor, care a înregistrat loviturile pe o rază de 12 mile. După rezultatele obținute, se pare că densitatea locală minimă a loviturilor este de 0,4 lovituri la pămînt pentru 10 zile de furtună, pe kilometru pătrat.

Un al treilea subiect privitor la performanța liniilor de transport lovite de descărcări a fost examinat în trei rapoarte de *V. Burgsdorf* (U.R.S.S.), *R. Lundholm* (Suedia) și acel prezentat de cei patru autori japonezi mai sus menționați.

Asupra acestui subiect se expun informațiile primite într-un chestionar stabilit de Comitetul de Studii nr. 8 asupra performanțelor liniilor de înaltă tensiune lovite de descărcări electrice. De asemenea, o serie de importante informații statistice au fost date asupra unei serii de probleme ca : influența unghiului de bobinaj cu un fir de pămînt, reanclanșarea automată, influența potențialului conductoarelor liniei asupra probabilității de întoarcere a amorsării arcului, distanța de siguranță la mijlocul deschiderii și proprietățile de stingere a arcului.

Un fapt neplăcut este că frecvența cazurilor de amorsări de arcuri consecutive pe unele linii de I.T. n-a putut fi încă suficient explicată.

O teorie nouă este expusă în unul dintre rapoarte, avînd ca obiect de a evalua diferența de potențiale dezvoltată pe un izolator între linie și stîlpul supus la o descărcare electrică directă. Teoria nu este încă susținută pe baza unei analize numerice.

V. Burgsdorf (U.R.S.S.) atribuie în raportul său că absența de defecte datorite descărcărilor electrice asupra unei linii de 400 kV în U.R.S.S., observată într-un anume interval de timp, este datorită unui mic unghi de protecție al firului de pămînt.

Un al patrulea subiect referitor la protecția echipamentului de substații este expus în patru rapoarte de : *B. Heller* și *J. Kulda* (R. Cehoslovacă), *J. Giaro* (Belgia), *S. Szpor* (Polonia) și acela mai sus menționat prezentat de patru autori japonezi.

S-au examinat, printr-o analiză matematică, supratensiunile care se produc la extremitățile elementelor de cabluri prin care se conectează o linie aeriană la o substație. De asemenea, se evaluează importantă și funcționarea bobinelor de inducție montate în serie înaintea liniei, pentru întărirea protecției.

Se sugerează, de asemenea, în raportul japonez întrebuințarea unui analizatoi de regimuri tranzitorii pentru a se determina protecția care ar trebui prevăzută pentru echipamentul stației.

Un al cincilea subiect privitor la „Tehnica măsurătorilor" este prezentat în trei rapoarte de *F. Creed* (Canada), *D. Amsler*, *J. Broccard* și *W. Zoller* (Elveția), *K. Berger*, prin raportul Comitetului de Studii nr. 8 și anexele respective.

O principală activitate a Comitetului de Studii nr. 8 în cursul ultimilor ani s-a referit la problema preciziei măsurii tensiunilor de șoc.

În sesiunea 1956 s-au dat rezultate comparative de măsuri efectuate în 14 laboratoare europene asupra eclatoarelor sferice, a eclatoarelor cu tijă și a unor ansamble mixte tijă-placă.

În rapoartele prezentate în sesiunea 1958, se supun la un examen critic unele rezultate obținute anterior, iar pe de altă parte se expun o serie de metode noi referitoare la măsurile privitoare la undele de șoc cît și la dispersiunea valorilor de încercare a tensiunilor de conturnare la descărcătoare moderne.

Grupa 34 (*telecomunicații*), sub președinția *L. Richard*, raportor special *A. Chevalier*.

S-au examinat opt rapoarte grupate în patru subiecte și anume :

Primul subiect, referindu-se la „Instalațiile de curent slab pentru exploatarea unei rețele", a făcut obiectul a două rapoarte prezentate de *J. Lacroix* (Maroc), *P. Gunning* și *M. Kaufmann* (Anglia).

S-a descris în raportul celor doi autori englezi modernizarea echipamentului de curent slab de teletransmisie servind la exploatarea importantei rețele C.G.E.B., a cărei producție de origine termică este consumată aproape în total pe loc. Acest raport a provocat o vie discuție și un schimb de vedere important, privind tensiunea continuă de 50 V pentru rețeaua de telecomandă, timpurile de răspuns relativ lungi ale telemăsurătorilor, dispozitivele indicatoare la distanță, standardizarea materialului.

Raportul prezentat de *J. Lacroix* a descris instalațiile de telecomandă din Maroc.

Un al doilea subiect, referindu-se la „Valorile experimentale sub înaltă frecvență a mărimilor caracteristice ale unei rețele", a fost tratat în trei rapoarte de :

G. Segre și *E. Sailer* (Italia), *J. L. Brîcovski* (U.R.S.S.) și *E. Alsleben*, raport prezentat în numele Comitetului de studii al transmisiunilor. Valorile experimentale de înaltă frecvență ale mărimilor caracteristice ale unei rețele, făcînd obiectul acestor rapoarte, au produs numeroase intervenții din partea delegaților sovietici, germani, australieni, francezi, italieni și suedezi. Apare că numărul destul de ridicat de măsuri efectuate în lume este încă insuficient spre a desprinde puncte de vedere comune și concludente. Rezultatele sînt în special dificil de interpretat prin faptul că trebuie ținut seama de un foarte mare număr de factori foarte diferiți între ei. Importante cercetări mai sînt încă de făcut în acest domeniu.

Un al treilea subiect examinat a fost o „Concepție nouă de stabilire a legăturilor de înaltă frecvență", făcînd obiectul unui raport prezentat de *H. Kuniewski* (Polonia).

Prin acest raport, autorul reamintește măsurile pe care el le-a făcut asupra amortizărilor introduse de transformatoarele de înaltă tensiune și arată interesul care pare a fi de a suprima circuitele dop serie și de a le înlocui prin circuite corespunzătoare derivație. Această propunere poloneză a fost discutată de delegații francezi și germani. După părerea autorului, stabilitatea legăturilor este asigurată în cazul cînd liniile sînt în circuit deschis sau puse la pămînt prin circuite dop derivație.

Un al patrulea subiect referindu-se la zgomotele pe linie, este tratat în raportul prezentat de *A. Chevallier* (Franța). În ceea ce privește importanța acestor zgomote și forma lor, descrise în acest raport, sînt confirmate de delegatul sovietic, iar propagarea limitată pare confirmată prin observațiile delegaților elvețieni și suedezi.

Adăugăm raportul prezentat în aceeași grupă de *P. Jespers* (Belgia) privind calculul nivelului de perturbații vehiculate de o linie de transport sub înaltă tensiune, în caz de defect provocînd scîntei într-un lanț de izolatoare.

Grupa 35 A (*perturbații telefonice și radiofonice*), sub președinția *L. Gosland* (Anglia), raportor special *M. Paimboeuf* (Franța).

S-au examinat nouă rapoarte care se grupează aproximativ în patru subiecte, precum urmează :

Un prim subiect cuprinzînd patru rapoarte prezentate de *M. V. Kostenko*, *M. Mihailov*,

I. Cerniaev (U.R.S.S.), *A. Pesonen*, *A. Puupera* (Finlanda), *R. Bückel*, *A. Dennhardt* și *H. Riedel* (Germania) referitoare la diverse aspecte de inducție produsă de liniile de energie în curent alternativ asupra liniilor telefonice, chestiunile tratînd în special : perturbațiile datorite cîmpului electric și cîmpului magnetic, factorul telefonic, factorul reductor al învelișului de cabluri, metodele de protecție folosite.

Un al doilea subiect tratat în două rapoarte prezentate de *G. Adams* (S.U.A.), *J. Leslie* și *D. Jones* (Canada) se referă la perturbațiile radiofonice produse de liniile de energie sub curent alternativ.

Al treilea subiect expus în două rapoarte prezentate de *W. Erbacher* și *H Schmidl* (Austria), *L. Gronlie* și *H. Seljeseth* (Norvegia) se referă la procedeele indirecte pentru a măsura, pe de o parte, cîmpul electric radiat de o linie, iar pe de altă parte rezistivitatea solului.

În fine, într-un raport prezentat de *G. Pettersson. L. A. Ahlgren* și *H. Forsell* (Suedia) se expun perturbațiile telefonice și radiofonice produse de instalația de transport de energie sub înaltă tensiune pentru curent continuu din Gotland.

Raportul Comitetului de studii asupra perturbațiilor telefonice și radiofonice CIGRÉ expune de asemenea interesante cercetări privitoare la corelațiile între considerațiile teoretice și practice asupra curenților de scurtcircuit.

Se arată că în general valoarea reală este de ordinul a 50% din aceea calculată. De asemenea, au fost expuse încercările efectuate în Germania asupra problemelor de perturbații privind liniile de înaltă tensiune de către stațiile de emisiune radio.

Grupa 35-B (*fenomene reactive și deformante*), sub președinția *C. Budeanu* (R.P.R.).

În lipsa celorlalți membri romîni cunoscători ai problemelor de fenomene reactive și deformante, sarcina de raportor special a fost asumată tot de președintele *C. Budeanu*, printr-o prezentare orală făcută chiar în ședință.

În ședința de lucru a acestei grupe, s-a examinat raportul prezentat de *I. Antoniu*, privitor la influența regimului deformant asupra condițiilor de măsură ale puterii și energiei active în regim deformant, cît și raportul prezentat asupra „Comitetului fenomenelor reactive și deformante". De asemenea, s-a examinat și un raport prezentat în grupa 17, avînd totuși contingență cu fenomenele deformante.

Deși activitatea în acest domeniu suferise o întrerupere de 10 ani, participarea la ședința de lucru a grupei 35-B a fost numeroasă, iar lucrările grupei active.

Președintele *C. Budeanu* subliniază importanța deosebită a problemei expuse în raportul prezentat de *I. Antoniu*, relevînd că valoarea erorilor de măsură ale puterilor și energiilor active în regim deformant se poate ridica pînă la 20% și chiar 30%, ceea ce este grav pentru astfel de măsurători.

El se declară de acord cu ideea care rezultă din raportul lui *I. Antoniu*, că aparatele de măsură trebuie să măsoare nu numai puterea și energia transmisă prin unda fundamentală, ci și aceea transmisă prin armonice. Deseori, energiile transmise prin armonice sînt perfect utilizate cum este cazul luminatului, al aparatelor de încălzit și alte aplicații. În alte împrejurări, energia activă transmisă prin armonice este supărătoare ca în anume aplicații de motoare. Dar nu se justifică de a se elimina această energie din totalul transferului dintre producător și consumator, care trebuie să redea bilanțul energetic total. Revine altor măsuri (ca prescripții etc.) de a se preocupa de calitatea furniturii de energie (prezență de armonice, variație de tensiuni sau de frecvențe nejustificate), cît și de a se identifica care este cauza unor astfel de situații. De asemenea, d-sa reamintește că pînă în prezent nu s-a putut stabili o corelație precisă între mărimea totală a erorilor, factorii deformanți totali și coeficienții de deformație totală. Cercetări ulterioare vor fi necesare în acest domeniu, introducîndu-se factorii deformanți ai armonicelor.

În rezumat, problema constatărilor teoretice și practice pusă în raportul *Antoniu* merită a fi reținută, iar evoluția ei ținută într-o continuă observație. În soluția acestei probleme, atenția noastră trebuie îndreptată în două direcții : atît suprimarea regimului deformant, cît și construcția de aparate de măsură care să elimine cauzele de erori datorite armonicelor.

Fehr (Elveția), referindu-se la erorile aparatelor de măsură indicate în raportul *Antoniu*, relevă că în ultimul timp fabricile de specialitate elvețiene s-au sezisat de această problemă. D-sa indică stadiul acestor erori ale aparatelor elvețiene moderne pentru curbe de tensiuni și de curent, conținînd armonice pînă la ordinul 11.

Președintele *Budeanu* relevă apoi unele aspecte ale problemei puse de autorii raportului 304 asupra producerii armonicelor și a reducerii lor prin filtre, raport prezentat în cadrul grupei 17. D-sa subliniază importanța acestui raport care se referă la constatări experimentale efective pe linii electrice în funcțiune, însă atrage atenția că bazele științifice pe care se bazează fenomenele la care se referă acel raport au fost examinate și relevate prin lucrări efectuate anterior în cadrul preocupărilor „Comitetului fenomenelor reactive și deformante". Astfel, încă din 1934 s-a arătat de prof. *C. Budeanu*, printr-o comunicare la Academia de Științe din Paris, că regimul deformant și deci armonicele de curent sînt datorate unor aparate deformante (redresoare etc.) prin armonicele de f.e.m. pe care le produc, chiar cînd sistemul energetic este alimentat în regim sinusoidal. De asemenea, metoda de compensare a unui regim deformant

prin filtre a fost studiată și publicată de d-sa într-o revistă romînă, de circa opt ani.

Friedlönder și *Tompsett* (Anglia) subliniază importanța calculatoarelor aritmetice pentru evaluarea fenomenelor deformante.

Președintele relevă apoi raportul prin care se expun activitatea și realizările „Comitetului de studii al fenomenelor reactive și deformante". După o lungă perioadă de activitate, numeroase probleme în legătură cu manifestarea fenomenelor reactive și deformante se pun încă acestui comitet, dat fiind mai ales extensiunea actuală a rețelelor. Un important program de activitate stă astfel înaintea noastră, a cărui realizare va fi ușurată prin concursul specialiștilor care activează în cadrul CIGRÉ.

Grupa 40—42 (*transport în curent alternativ la foarte înaltă tensiune* — peste 220 kV), sub președinția *Ph. Sporn*, raportor special *Fr. Cahen* (Franța).

Au fost examinate și discutate douăsprezece rapoarte, plus acela al Comitetului de studii nr. 9 (transportul de energie în curent alternativ la foarte înaltă tensiune). Lucrările acestei grupe au fost dominate de progresele rapide și impresionante realizate în lumea întreagă în domeniul tensiunilor foarte înalte (peste 220 kV).

Rețele importante sub foarte înalte tensiuni s-au dezvoltat sau sînt în curs de realizare în U.R.S.S., Suedia, Germania, Franța, Canada, Australia, Anglia, Japonia. În curînd, și în Finlanda vor apărea transporturi de energie la nivelul tensiunii de 380—240V.

Pe de altă parte, extensiunea rețelelor sub aceste tensiuni foarte înalte pune diverse probleme de o deosebită importanță, care fac obiectul unor cercetări active în multe țări.

Printre principalele subiecte discutate în această grupă au fost :

Stadiul dezvoltării tensiunilor foarte înalte. Expunerile în cadrul acestui subiect figurează în rapoartele :

401 — *H. Glöyer* și *Th. Vogelsang* (Germania) privitor la introducerea tensiunii de 380/420 kV în Germania de Vest.

410 — *A. Acopian*, *V. Burgsdorf*, *U. Butchievici*, *A. Ghertik*, *U. Grüntal*, *S. Rokotian* și *S. Sovalov* (U.R.S.S.). Tensiunea de 400 kV în U.R.S.S. cu trecere la 500 kV.

411 — *N. Bogdanova*, *A. Ghertik*, *N. Emelianov*, *A. Colpacova*, *I. Marcovici*, *I. Popcov*, *S. Sovalov* și *S. Slavin* (U.R.S.S.). Tensiunea la 600 kV avută în vedere în U.R.S.S.-Siberia.

414 — *G. von Geyer*, *H. Jancke* și *B. Holmgren* (Suedia).

415 — *P. Ailleret* și *H. Caillez* (Franța). Tensiunea de 380—420 kV în Franța.

407 — *J. Simpson* și *V. Ogorodnikov* (Canada). Trecerea de la tensiunea de 115 kV la 230—262 kV în Canada.

413 — *P. Cash* și *A. Chorlton* (Anglia). Tensiunea de 275 kV în Anglia.

Raportul 414 se referă și la amenajarea de energie nucleară în sudul Suediei, ceea ce nu va stînjeni însă cu nimic rețeaua de transport sub 400 kV a energiei hidraulice din nord, către centrul țării.

Ridicarea tensiunii de exploatare a rețelelor existente. Această problemă a fost relevată în patru referate dintre cele mai sus expuse.

În rapoartele 400 și 414 se studiază posibilitatea și interesul de a ridica tensiunea de la 400 la 500 kV în rețelele U.R.S.S. și Suediei. În ambele cazuri, izolația este suficientă. Problema efectului Corona este de asemenea rezolvată prin amenajarea liniei de fascicule de trei conductoare.

Raportul 415 expune cum s-a realizat în Franța transformarea unei linii duble de 225 kV cu conductoare simple, într-o linie simplă de 380 kV cu fascicule de cîte două conductoare.

Raportul 407 descrie operația de trecere a unei linii canadiene pe stîlpi de lemn de la 115 kV la 230 kV, prin majorarea izolatoarelor, dar fără schimbare de conductoare.

Transportul energiei la distanță foarte mare. Această problemă este expusă prin raportul 411 (U.R.S.S.), unde este vorba de un transport în regiunea europeană a U.R.S.S. pe distanțe de 800—1 000 km și în Siberia pe distanțe de 1 500—2 500 km și deci de ordinul unui sfert din lungimea de undă la frecvența de 50 Hz.

În raportul 414 se expune situația liniilor de transport suedeze atingînd distanțe de 600 la 800 km. Marile distanțe de transport pun probleme referitoare la stabilitatea de funcționare, reglajul tensiunilor, supratensiuni interne și tensiunea de transport.

Supratensiunile interne. Această problemă preocupă cu drept cuvînt exploatatorii de mari rețele. Informații prețioase sînt date asupra acestui punct în rapoartele 410 și 411 (U.R.S.S.), 414 (Suedia) și 415 (Franța).

În domeniul tensiunilor foarte înalte, supratensiunile interne constituie o problemă foarte importantă. În stadiul cercetărilor actuale, nivelul supratensiunilor interne trebuie să determine izolația liniilor și a materialului. La foarte mari tensiuni, conturarea izolatoarelor de linie prin supratensiunile atmosferice sînt rare, iar efectele lor sînt suprimate prin reanclanșările automate. În ce privește transformatoarele, nivelul lor de izolație este dictat de nivelul de protecție asigurat de descărcătoare. Numeroase cercetări pe liniile 400 kV *Kuibîșev-Moscova* au arătat că se poate conta pe un coeficient de supratensiune internă global 2,5. Aceasta permite fie de a ridica tensiunea de funcționare a liniilor existente, fie de a reduce pentru liniile viitoare nivelul lor de izolație. Pe aceste considerații s-a luat decizia de a ridica la 500 kV tensiunea rețelelor U.R.S.S.

Pe bază de cercetări efectuate în Suedia, prin calcul şi cu ajutorul unui analizator tranzitoriu, s-a pus în evidenţă influenţa asupra supratensiunilor a diverşilor parametri şi în special : lungimea liniei, compensarea prin condensatoare-serie, impedanţa reţelei la care linia rămîne racordată în caz de declanşare la o extremitate, caracteristicile întreruptoarelor în ceea ce priveşte curenţii capacitivi şi magnetizanţi pe care-i poate întrerupe.

De asemenea, au putut fi identificate următoarele două puncte :

a) Pentru linii lungi, supratensiunile interne susceptibile de a afecta liniile la extremităţile lor sînt mai ridicate decît acelea de la staţiile reţelei. Aceasta poate conduce la obligaţia de a supraizola liniile faţă de materialul staţiilor şi chiar, pentru liniile foarte lungi, de a supraizola extremităţile faţă de zonele centrale.

b) De asemenea, s-a observat influenţa favorabilă a reducerii impedanţei reţelei, sau a ridicării puterii sale de scurtcircuit, la punctul de racordare a unei linii lungi, asupra nivelului supratensiunilor interne. Rezultă astfel că pe măsura extinderii unei reţele, nivelul supratensiunilor se coboară şi deci izolarea materialului poate fi redusă.

În cazul reţelei suedeze cu o tensiune nominală de 420 kV, se evaluează acum că dacă lungimea unei secţiuni de linie nu depăşeşte 500 la 550 km, nivelul izolaţiei la şoc trebuie să fie de 1 425 kV pentru materialul de staţie şi de 1 300 kV pentru linie.

Efectul Corona. În ceea ce priveşte pierderile prin efect, întrebuinţarea de fascicule de conductoare rezolvă complet problema.

Raportul 401 arată că în reţeaua germană de 380 kV, cu un fascicul de 4 conductoare de cîte 21,7 mm, pierderile sînt neglijabile. Pierderile medii anuale sînt apreciate la 1,5 kW/km de linie trifazată, reprezentînd 2% din pierderile Joule. Pe un timp uscat, aceste pierderi se reduc la 0,6 kW/km trifazat.

Numai în cazul de transporturi lungi sub tensiuni foarte ridicate traversînd regiuni puţin populate, problema perturbaţiilor depăşeşte în oarecare măsură pe aceea a pierderilor.

Cercetări experimentale au fost organizate spre a constata influenţa altitudinii asupra nivelului perturbator datorit efectului Corona. Din rezultatele obţinute pînă în prezent nu se pot trage încă concluzii definitive, în schimb pare a fi din nou verificată legea lui Peterson, după care tensiunea critică variază în proporţie de 2/3 faţă de densitatea relativă a aerului.

Raportul 408 (Germania şi Elveţia) dă o serie de importante constatări experimentale făcute asupra liniei 220 kV traversînd munţii Gothard, în ceea ce priveşte influenţa altitudinii asupra efectului Corona. Predeterminarea perturbaţiilor radioelectrice a făcut în special obiectul a două rapoarte şi anume :

Raportul 409, prezentat de *R. Bartenstein* (Germania), dă rezultatele cercetărilor efectuate la staţia de încărcare de 400 kV de la Mannheim — Rheinau privitoare la măsurile de atenuare longitudinală a perturbaţiilor. Se propune totodată o metodă de predeterminare a nivelului perturbator.

Raportul prezentat de *G. Adams* (S.U.A.), care a fost examinat şi în grupa 35 A, expune o teorie a fenomenului de perturbaţii radioelectrice pe baza căreia se propune o metodă de predeterminare a nivelului acestor perturbaţii. Formula propusă face să intervină următorii factori :

a) Excitaţia, caracterizînd în mog global emisiunile de curent, ce se produce într-o linie prin efectul descărcărilor superficiale Corona.

b) Factorul de atenuare care depinde de atenuarea longitudinală a liniei.

c) Factorul cîmp care nu depinde decît de caracteristicile geometrice ale liniei şi ale distanţei acesteia de punctul unde se face măsurătoarea.

În vederea aplicaţiei acestei metode, raportul prezintă ca exemplu o serie de grafice ce dau valoarea diametrelor minime ale conductoarelor liniei.

Cu ocazia şedinţei finale de lucru a acestei grupe, s-a prezentat un film documentar interesant, reprezentînd echiparea unei linii de 380 kV.

Grupa 41 (*coordonarea izolaţiei*), raportor special *S. Rusch.*

În această grupă au fost examinate patru rapoarte, în plus încă două rapoarte care fuseseră repartizate altor grupe şi raportul asupra activităţii Comitetului respectiv de studii nr. 15.

Chestiunea coordonării izolaţiei n-a mai fost la ordinea zilei din 1954. Totuşi, între timp această problemă a avut o foarte importantă evoluţie, în special în domeniul dispozitivelor de protecţie contra supratensiunilor. De exemplu în 1954, s-au dat valori ale raportului între tensiunea de descărcare şi aceea nominală a descărcătoarelor, mergînd pînă la 4. Astăzi, un raport de protecţie de ordinul 2,9 şi chiar inferior acestuia este posibil. Acest progres implică că nivelul izolaţiei reţelelor efectiv puse la pămînt poate fi redus.

În consecinţă, subiectul preferenţial ales pentru sesiunea 1958 de Comitetul de Studii a fost : „Caracteristicile supratensiunilor de manevră şi proprietăţile unui izolant" expus la aceste supratensiuni.

Rapoartele : 111 — prezentat de *J. Meador* (S.U.A.) şi 306 prezentat de *I. Johnson* (S.U.A.), — ambele repartizate şi la alte grupe — au adus clarificări asupra unora dintre importantele puncte ale acestei chestiuni.

Alte subiecte examinate în cadrul acestei grupe au fost în special :

a) Posibilitatea alegerii unei anume forme de undă reprezentativă a supratensiunilor de manevră.

b) Nivelurile de rezistență a izolației aparatajului și a stațiilor din punct de vedere al supratensiunilor de manevre.

O ipoteză care pusă în aplicație ar putea să dea bune rezultate este emisă de mai mulți autori și anume : nivelul rezistenței la supratensiunile de manevră este aproximativ 80% din nivelul rezistenței la șoc sau 130% din valoarea de creastă a unei tensiuni de rezistență de 1 minut.

c) Considerații eventuale pentru a se proceda la încercări asupra transformatoarelor sau altor aparate, cu o tensiune mai ridicată între faze decît între faze și pămînt.

Acest subiect este în legătură cu al doilea subiect preferențial propus de Comitetul de studii respectiv și anume : „Principii și metode de determinare a limitei" necesare între nivelul descărcătoarelor și nivelul de izolație al sistemului.

Această importantă chestiune este tratată sub două aspecte diferite prin rapoartele :

403 — prezentat de *S. Rusch* — (Suedia) și *D. Dobie* (Australia).

d) Evaluarea influenței disruptive a unei unde de șoc neregulată.

Această chestiune este de asemenea dezbătută în rapoartele 403 și 406 mai sus menționate.

e) Relația între valoarea de rezistență și valoarea de 50% din tensiunea disruptivă a izolației unui transformator și care este valoarea de deviație normală față de aceasta.

Chestiunea prezintă importanța ei, întrucît pentru considerații practice, nu se poate spera de a se dispune de garanții asupra izolației unui transformator, altele decît valoarea rezistenței. Chestiunea este de asemenea în parte examinată tot în raportul 406 mai sus menționat.

În fine, mai menționăm rapoartele :

402 — *H. von Cron* și *H. Dorsch* (Germania). Determinarea izolației rețelelor de transport în raport cu supratensiunile la frecvența de serviciu și cu supratensiunile de manevră, ținîndu-se seama de reducerea puterii izolate datorite straturilor străine superficiale.

412 — *K. Yamazaki, N. Mita, J. Tomiyama* și *Y. Miyoshy* (Japonia). Măsuri contra depozitelor saline pe izolatoarele unei rețele de transport, la foarte mare tensiune în vecinătatea și în lungul coastelor marine.

La discuție s-au comunicat de unii specialiști rezultatele constatărilor experimentale asupra fenomenelor de conturare sau străpungere cu diferite forme de undă. Totuși, nu s-a putut ajunge la puncte de vedere definitive.

În linii generale, sesiunea CIGRÉ 1958 a adus o importantă contribuție asupra problemelor științifice și tehnice ale instalațiilor electrice de înaltă tensiune, ținîndu-se seama de evoluția rapidă a acestor instalații, ca extensiune, ca putere transportată și ca nivel de tensiune.

Rapoartele au reprezentat un efort de muncă impresionantă și o colaborare internațională efectivă de o deosebită importanță.

Decurgerea sesiunii CIGRÉ a scos din nou în evidență nivelul bun de organizare al acestui înalt for științific, tehnic și cultural.

Se poate spune că țara noastră în această primă sesiune, de participare cu rapoarte, s-a manifestat printr-o activitate valoroasă la nivelul științei și tehnicii actuale.

662.99 (061) (47)

Formarea Comisiei de termoficare în cadrul Comitetului de Stat pentru Știință și Tehnică de pe lîngă Consiliul de Miniștri al U.R.S.S.

In cadrul Comitetului de Stat pentru Știință și Tehnică de pe lîngă Consiliul de Miniștri al U.R.S.S., s-a creat o comisie de termoficare, care are ca sarcină studierea propunerilor și recomandărilor privind : dezvoltarea termoficării și alimentării centralizate cu căldură, crearea noilor tipuri de turbine și cazane, economicitatea sistemelor de termoficare. reducerea costului investițiilor în termoficare etc.

Președintele comisiei a fost ales doctorul în științe tehnice Copiev S. F. Din comisie fac parte doctorii în științe tehnice Sokolov E. I.. Diuskin V. K., Melentiev L. A., Iakimov L. K., candidații în științe tehnice Gromov N.K., Pakșver V. B., Ciuvilikin M. P. (secretar științific), Steingauz E. C. și inginerii Nicolaev A. A., Subin E. P. (adj. secretarului) și Kuromov A. N.

Lucrările comisiei se vor baza pe proiectele, studiile și cercetările organizațiilor de specialitate în baza cărora comisia va trasa o linie generală în recomandările pentru dezvoltarea termoficării.

Comisia și-a început activitatea în iulie 1958 și are pe prim plan de rezolvat în acest an următoarele probleme :

1. Bazele și direcțiile de dezvoltare a termoficării urbane și industriale în scopul măririi efectului gospodăresc pe țări.
2. Cele mai economice scheme și tipuri de CET.
3. Scheme raționale de rețele termice și construcții de conducte.

Comisia solicită tuturor organizațiilor de proiectare, cercetare, construcție etc. să-și trimită propunerile și lucrările lor spre analiză.

(Ciuvilkin M. P. : Teploenerghetica nr. 11/1958, pag. 94).

g. c.

Contribuţii la determinarea raţională a domeniilor de funcţionare corectă a vaporizării în trepte

I. SABĂU

Aproape toate cazanele de medie şi înaltă presiune cu care sînt dotate centralele nou construite în ţara noastră sînt cu vaporizare în două trepte.

Avantajele pe care le prezintă această metodă din punctul de vedere al reducerii pierderilor prin purjare sînt evidente şi se părea, la un moment dat, că rezolvă în mod definitiv problema, pentru toate cazanele cu circulaţie naturală, indiferent de presiune sau debit.

Creşterea continuă a presiunii de regim la cazanele moderne a ridicat însă o serie de probleme noi, printre care se numără în primul rînd regimul chimic potrivit al apei din cazan, regim care, la rîndul său, este influenţat în mare măsură de vaporizarea în trepte.

Se impune, deci, cunoaşterea cît mai precisă :

— a mecanismului de funcţionare a vaporizării în trepte ;

— a domeniului său de eficacitate la diferite presiuni şi

— a modului cum influenţează exploatarea corectă a cazanelor, în lumina ultimelor cercetări, privind coroziunile şi puritatea aburului.

În ceea ce priveşte mecanismul de funcţionare descris în toate tratatele de specialitate, totul este foarte limpede, fiindcă ideea care stă la baza metodei se prezintă sub forma unei expresii matematice ce nu poate da loc la interpretări diferite.

Părerile sînt însă foarte împărţite în privinţa domeniului de presiuni, la care metoda este aplicabilă fără să atragă după sine în exploatare neajunsuri, care de fapt anulează avantajul micşorării pierderilor de apă.

Acţiunile multiple ale sărurilor ce formează reziduul fix al apei asupra metalului şi a purităţii aburului constituie explicaţia faptului că nu e nici o relaţie matematică pentru determinarea limitelor de aplicabilitate şi a modului cum variază eficacitatea vaporizării în trepte.

Cu toate acestea, din experienţa exploatării unor cazane de înaltă presiune, prevăzute cu vaporizare în trepte, rezultă că este posibil să se stabilească anumite norme şi pentru stabilirea domeniului de eficacitate a metodei, utilizînd chiar prescripţiile instrucţiunilor de exploatare în vigoare. În cazul cel mai simplu, adică acolo unde există doar două trepte de vaporizare, bilanţul stabilităţii apei este dat de relaţia :

$$(100 + p)\, S.a.a. = (n + p)\, Str\ I = p = Sp,$$

în care :

$S.a.a.$ este salinitatea apei de alimentare ;

$Str\ I$ — salinitatea apei din treapta I ;

Sp — salinitatea purjei ;

n — producţia de abur a treptei saline în % şi

p — purja din debitul cazanului, în %.

Pentru simplificare, s-au neglijat în mod voit factorii care influenţează în mai mică măsură egalitatea, cum ar fi :

— sărurile antrenate de aburul produs,

— reîntoarcerea de săruri în compartimentul curat etc.

De asemenea, s-a considerat că solicitarea termică, respectiv producţia specifică a suprafeţelor de vaporizare corespunzătoare celor două trepte, este egală.

Utilizînd relaţia de mai sus şi cunoscînd că la un cazan valorile lui n, p şi salinitatea apei de alimentare, se pot calcula atît salinităţile apei din ambele trepte, cît şi raportul lor, care se notează cu R

$$\frac{n + p}{p} = \frac{Sp}{Str\ I} = R.$$

Reprezentînd grafic relaţia de mai sus, se observă că, dînd lui n valori diferite, p şi R variază după curbele hiperbolice din fig. 1. Se poate, deci, calcula — stabilind în prealabil purja unui cazan şi valoarea lui R — cît trebuie să fie producţia treptei sărate din debitul total.

De vreme ce „Prescripţiile de exploatare tehnică a centralelor" prevăd la art. 413 alin. g că mărimea purjelor nu poate să depăşească :

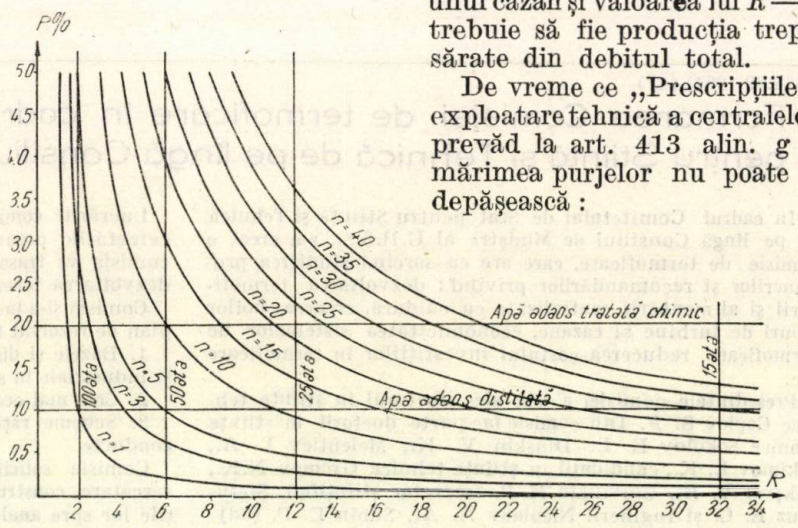


Fig. 1. Variaţia lui p şi R pentru valori diferite ale lui n.

— 1% pentru centralele electrice cu condensaţie, unde pierderile se înlocuiesc cu distilat şi

— 2% la cele unde se înlocuiesc cu apă tratată chimic. Unul dintre elementele care delimitează zona de aplicabilitate a vaporizării în trepte se poate stabili uşor, trăgînd două paralele la axa absciselor, în dreptul purjelor de 1 şi 2% (fig. 2).

Aceste două paralele pun în evidenţă faptul că

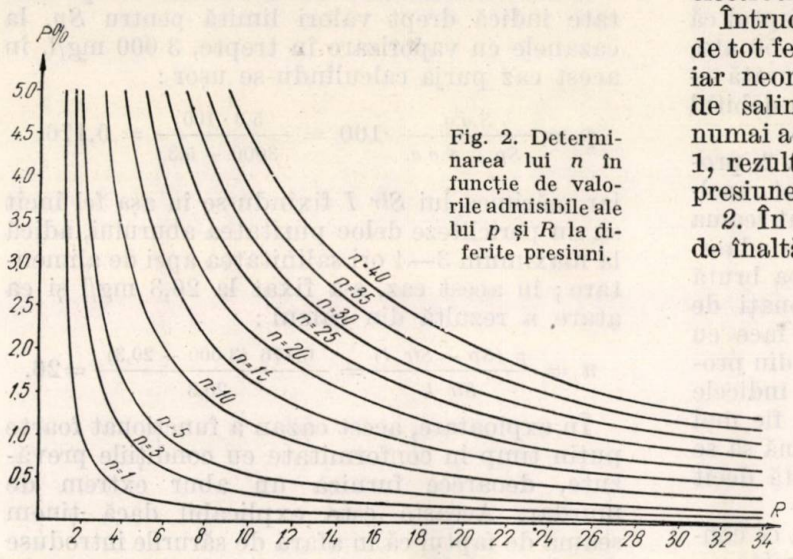


Fig. 2. Determinarea lui n în funcţie de valorile admisibile ale lui p şi R la diferite presiuni.

porţiunea verticală a curbelor nu prezintă interes şi că raportul de concentraţii este acum factorul care determină valoarea lui n.

Constructorii de cazane sînt în genere tentaţi să aleagă un R cît mai mare, cu atît mai mult cu cît normele de exploatare nu fixează de obicei limite maxime decît pentru caracteristicile chimice ale apei din compartimentele curate.

Pe de altă parte, literatura de specialitate recomandă limite atît de variate şi uneori contradictorii, pentru salinitatea maximă a apei din compartimentele sărate, încît nu pot fi luate în considerare nici măcar pentru stabilirea unor ordine de mărime.

Evident, la cazanele ce nu posedă instalaţii de purificare a aburului (spălare, separare sau ambele), problema prezintă alte aspecte decît la cele care posedă asemenea instalaţii.

În primul caz, limita maximă a salinităţii se stabileşte în funcţie de punctul critic de spumegare a apei, care depinde de presiune, de natura sărurilor şi de conţinutul apei în suspensii (oxizi de fier, fosfaţi de calciu etc.). Stabilirea acestui punct se face relativ uşor, determinînd în laborator, cu mijloace adecvate, puritatea aburului saturat.

În al doilea caz, puritatea aburului fiind asigurată, salinitatea poate fi mai mare, dar valoarea sa maximă trebuie stabilită ţinînd seama de acţiunea sărurilor din apă asupra metalului cazanelor, lucru relativ greu de făcut din cauza incertitudinii care domneşte în acest domeniu.

Pentru soluţionarea acestui impas, există însă mai multe posibilităţi şi anume :

1. Să se ţină seama de principiul bine cunoscut, în virtutea căruia neomogenităţile de orice fel din masa metalului sau a mediului de contact dau naştere unor zone de potenţial diferit şi ca atare favorizează apariţia coroziunilor electrochimice.

Întrucît influenţa negativă a neomogenităţilor de tot felul creşte odată cu presiunea din cazane, iar neomogenitatea apei, datorită diferenţelor de salinitate dintre trepte, poate fi evitată numai aducînd pe R cît mai aproape de valoarea 1, rezultă că R variază invers proporţional cu presiunea.

2. În ultimii ani s-a demonstrat că în cazanele de înaltă presiune, pentru evitarea coroziunilor caustice, trebuie să se menţină un regim de alcalinitate pur fosfatică.

Normele de exploatare actuale cer menţinerea în compartimentul curat al cazanelor a unui conţinut de 20 mg/l PO_4^{3-}, ceea ce în fosfat trisodic reprezintă 34,5 mg/l.

P. A. Akolzin şi A.V. Ratner sînt însă de părere că la cazanele de înaltă presiune acest conţinut trebuie să fie mult mai mare, şi anume între 45 — 75 mg/l PO_4^{3-}, respectiv între 77 şi 129 mg/l PO_4Na_3. Această recomandare este uşor de înţeles, dacă ţinem seama de faptul că fosfatul trisodic se disociază numai pînă la fosfat disodic şi nu asigură decît în cantităţi relativ mari protecţia alcalină — atît de necesară suprafeţelor interioare ale cazanului.

Dacă numai conţinutul de fosfat al apei din compartimentul curat, fără sărurile provenite din apa de alimentare, este atît de mare, atunci la presiuni mari R trebuie să aibă valori foarte mici pentru ca apa din compartimentul sărat să nu devină mult prea concentrată.

3. Toţi cercetătorii fenomenelor de coroziune sînt în unanimitate de acord că indicele de alcalinitate al apei, chiar şi la cazanele de înaltă presiune, nu trebuie să fie mai mic de 25 ($I.A = p \times 40$). Pe de altă parte, normele actuale limitează valorile maxime ale indicelui de alcalinitate în funcţie de presiunea de regim a cazanelor, în scopul prevenirii fenomenelor de fragilitate caustică.

Considerînd că pentru compartimentele curate ale cazanelor sînt valabile limitele inferioare, iar pentru compartimentele sărate cele superioare, din raportul lor rezultă valoarea maximă a lui R.

Pentru diferite presiuni, situaţia se prezintă în felul următor :

presiunea de regim în ata	15	25	50	100
indicele de alcalinitate maxim	800	300	150	50
indicele de alcalinitate minim	25	25	25	25
valoarea ce rezultă pentru R	32	12	6	2

Cu ajutorul acestor valori ale lui R, se pot delimita destul de exact zone de aplicabilitate ale vaporizării în trepte, sau mai precis, se pot determina valorile pe care le poate avea n (producția treptei II în %), fără să se depășească mărimile admisibile ale purjelor și respectînd totodată un regim chimic corespunzător diferitelor presiuni de regim între 15 și 100 ata.

Apare astfel cît se poate de evident faptul că producția treptei saline la un cazan de 50 ata, care primește apă de adaos — apă epurată — nu poate fi în nici un caz 20—30% din debitul total al cazanului, ci maximum 10%.

Folosind numai reprezentarea din fig. 2, problema determinării lui n nu este complet rezolvată, deoarece trebuie să se țină neapărat seama și de caracteristicile chimice ale apei de adaos.

Dacă în cazul menționat mai sus, apa brută are duritate trecătoare mare (bicarbonați de calciu și de magneziu) și epurarea se face cu filtre Na— cationice, bicarbonatul de sodiu provenit din procesul de dedurizare face ca indicele de alcalinitate al apei din treapta I să fie mai mare decît 25. Pentru ca în treapta salină să se poată menține limita normată, nu există decît două soluții :

a) fie mărirea purjelor peste 2%, ceea ce contravine prescripțiilor și este și neeconomic ;

b) fie micșorarea lui n de la 10% pînă la o valoare corespunzătoare unui raport de concentrație adecvat.

Nu pot fi amintite aici toate cazurile în care valoarea lui n, determinată după cum am arătat mai sus, se modifică în funcție de calitățile apei de adaos. Acest lucru este în general de competența colectivului care analizează condițiile de funcționare impuse de specificul fiecărei situații în parte.

Determinînd pe grafic valoarea lui n, se pot evita excesele în direcția reducerii pierderilor de apă, și pentru exemplificare, se dau mai jos datele unui cazan destinat să aibă pierderi prin purje neobișnuit de mici :

1 — debitul	170 t/h ;
2 — presiunea	110 ata ;
3 — apa de adaos	distilată ;
4 — producția treptei saline	26% ;
5 — salinitatea apei de alimentare	5,3 mg/l ;
6 — purja	0,176% ;
7 — salinitatea purjei	3 000 mg/l ;
8 — fără instalații de spălare a aburului.	

Purja și salinitatea din compartimentul sărat corespund întocmai valorilor lui n și $S.a.a.$, după cum rezultă din calcul :

$$Str\ I = \frac{100 + 0{,}176}{26 + 0{,}176} \cdot 5{,}3 = 20{,}3$$

$$Sp = \frac{26 + 0{,}176}{0{,}176} \cdot 20{,}3 = 3\,000 ;$$

$$R = \frac{3\,000}{20{,}3} = 148.$$

Elementele cunoscute inițial au fost cele de la punctele 1, 2, 3, 5 și 8, iar Sp, p și n au trebuit să fie dimensionate. (+)

Iată modul probabil cum s-a procedat :

Apa de adaos fiind distilată, s-a scontat pe o ușoară impurificare a condensatului de bază pînă la $S.a.a.$ = 5,3 mg/l.

Unele recomandări din literatura de specialitate indică drept valori limită pentru Sp, la cazanele cu vaporizare în trepte, 3 000 mg/l, în acest caz purja calculîndu-se ușor :

$$p = \frac{S.a.a.}{Sp - S.a.a.} \cdot 100 = \frac{5{,}3 \cdot 100}{3000 - 5{,}3} = 0{,}176,$$

iar mărimea lui $Str\ I$ fixîndu-se în așa fel încît să nu pericliteze deloc puritatea aburului, adică la maximum 3—4 ori salinitatea apei de alimentare ; în acest caz, s-a fixat la 20,3 mg/l și ca atare n rezultă din calcul :

$$n = \frac{p\ (Sp - Str\ I)}{Str\ I} = \frac{0{,}176\ (3\,000 - 20{,}3)}{20{,}3} = 26.$$

În exploatare, acest cazan a funcționat foarte puțin timp în conformitate cu condițiile prevăzute, deoarece furniza un abur extrem de murdar. Aceasta este explicabil dacă ținem seama de faptul că în afară de sărurile introduse în cazan odată cu apa de alimentare, care în treapta salină sînt de 148 ori mai concentrate decît în treapta curată, în tambur se mai introduce și fosfat trisodic supus aceluiași raport de concentrație.

Normele cer să se mențină în treapta curată 20 mg/l PO_4^{3-}, ceea ce reprezintă 34,5 mg/l PO_4Na_3 și care în treapta salină devine : 34,5 × × 148 = 5 100 mg/l, cantitate ce trebuie adăugată la restul de 3 000 mg/l pentru a obține salinitatea totală reală a apei din treapta a doua.

O apă avînd un conținut de săruri egal cu 8,1 mg/l este cu totul nepotrivită unui cazan de 100 ata, lucru confirmat de altfel pe deplin în exploatare.

Alt efect al raportului enorm de concentrații a fost și imposibilitatea menținerii unei alcalinități suficient de mari în compartimentul curat pentru protecția împotriva coroziunilor, deoarece creșteri relativ mici de alcalinitate în treapta I conduceau la variații considerabile în treapta II.

Concluziile ce se pot trage în urma celor expuse sînt următoarele :

1. Avantajele vaporizării în trepte sînt cu atît mai mici cu cît presiunea de regim a unui cazan este mai mare, datorită înăspririi treptate a condițiilor de calitate impuse ciclului apă-abur.

2. La presiuni mari, micșorarea pierderilor prin purjare trebuie soluționată prin instalații corespunzătoare pentru tratarea apei de adaos și nu prin mărirea debitelor maxime ale salinității apei din cazan.

3. Determinarea lui n ar trebui făcută în funcție de presiunea cazanului, ținînd seamă

însă și de caracteristicile apei de adaos, în cazul cînd aceasta este constituită din apa epurată.

Bibliografie

[1] *** *Cercetări sovietice în domeniul coroziunii*, Biblioteca Analelor Romîno-Sovietice, Seria tehnică, nr. 34, 1955, București.

[2] Weiser H. B.: Colloid Chemistry, New-York, 1956

[3] Mamet A. P.: *Coroziunea echipamentului centralelor electrice* (1955).

[4] Brennstoff-Wärme-Kraft Nr. 3 (1957), Düsseldorf.

[5] *** *Prescripții de exploatare tehnică a centralelor și rețelelor electrice*, București, 1954.

[6] *** *Instrucțiuni pentru tratarea apei de alimentare a cazanelor cu abur, exploatarea instalațiilor respective și controlul chimic al ciclului apă-abur în centralele electrice*, București.

Stabilirea limitelor perioadei de încălzire

Ing. *C. I. STAICU* și ing. *M. T. BELDIMAN*

În perioadele reci ale anului se produce scăderea temperaturii din interiorul clădirilor sub valoarea stabilită prin condițiile de igienă și confort. Cînd factorii climatici naturali nu mai satisfac condițiile prescrise, este necesar să înceapă funcționarea instalației de încălzire (toamna); funcționarea instalației de încălzire va fi întreruptă atunci cînd factorii climatici naturali pot realiza condițiile de igienă și confort (primăvara).

Prin limitele perioadei de încălzire se înțeleg temperaturile medii zilnice și datele calendaristice (ziua și luna) corespunzătoare, la care este necesar să înceapă, respectiv să sfîrșească funcționarea instalației de încălzire. Cunoașterea limitelor este necesară pentru calculul consumului de combustibil în general și necesară și pentru aprecierea din punct de vedere economic a termoficării urbane.

1. Valori din STAS și literatură

Valorile temperaturilor exterioare pentru începutul și sfîrșitul perioadei de încălzire sînt date în STAS 4839-55, în care se prevăd următoarele temperaturi:

— începutul perioadei de încălzire $t_e = +5°C$;
— sfîrșitul perioadei de încălzire $t_e = +8°C$.

Aceste temperaturi limitează durata perioadei de încălzire în București la 135 zile, cuprinsă între 15 noiembrie și 31 martie.

În literatură se indică diverse valori pentru aceste temperaturi. Astfel, pentru U.R.S.S. normele G.U.T. din 1883 fixează începerea și terminarea perioadei de încălzire atunci cînd temperatura medie zilnică a aerului exterior scade timp de trei zile consecutiv sub 4,5°C [1]. Alte norme sovietice din 1931 prevăd ca sistemele de încălzire să fie puse în funcțiune și să fie scoase din funcțiune dacă timp de trei zile consecutiv temperatura medie zilnică scade sub +12°C [1]. În literatura mai nouă, 1953 [3] și 1954 [2], se indică pentru această temperatură valoarea de +10°C. În ultimul timp se observă tendința de a reduce din nou această temperatură la +7°C și chiar la +4,5°C[2]. În alte țări (R.P.U., C.S.R., Germania, Anglia, Elveția, Spania, S.U.A. etc.), pentru începerea și terminarea funcționării instalațiilor de încălzire, s-a fixat temperatura medie zilnică de +12°C [4].

Se constată astfel o diversitate a valorilor fixate pentru temperatura aerului exterior la începerea și terminarea perioadei de încălzire în aceeași țară, sau pentru țări cu climat diferit se indică aceeași valoare.

2. Ecuația bilanțului termic

Diversitatea valorilor și lipsa unui criteriu fundamentat, în baza căruia să se stabilească aceste valori, au condus la formularea unei metode analitice de stabilire a limitelor perioadei de încălzire; în cele ce urmează se prezintă această metodă, care ia în considerare bilanțul termic al clădirilor.

Într-o clădire are loc un schimb complex de căldură, în care intervin factori naturali sau artificiali, constanți sau variabili în timp. Ecuația bilanțului termic se stabilește în ipoteza regimului staționar de schimb de căldură.

Separînd termenii care reprezintă aport de căldură de termenii care reprezintă pierderi de căldură, bilanțul termic este dat de ecuația următoare:

$$Q_{ac} + Q_{oa} + Q_{il} + Q_{ap} + Q_f = Q_{cond} + Q_{vent} + Q_{neet},$$

în care:

Q_{ac} este căldura pătrunsă prin acoperiș, provenită din radiația solară;
Q_{oa} — căldura degajată de oameni;
Q_{il} — căldura degajată de corpurile de iluminat în funcțiune;
Q_{ap} — căldura degajată de aparatele în funcțiune;
Q_f — căldura pătrunsă prin ferestre, provenită din radiația solară;
Q_{cond} — căldura pierdută prin conducție;
Q_{vent} — căldura pierdută prin ventilație;
Q_{neet} — căldura pierdută prin neetanșeități.

Se menționează că în ecuația bilanțului termic dată mai sus nu s-a introdus un termen referitor la pătrunderea în încăperi, prin pereții verticali, a căldurii primite de la soare; acest termen nu se ia în considerare datorită marii inerții termice a zidurilor masive [5].

3. Termenii ecuației bilanțului termic

3.1. *Căldura pătrunsă prin acoperiș.* O parte din căldura primită de la soare pătrunde în interiorul clădirilor prin acoperiș; pentru calcularea ei utilizăm formula dată de L. L. Daschevici [5], conform căreia:

$$Q_{ac} = S_{ac} \cdot Q_i \cdot c_{tr} \cdot c_{abs} \text{ kcal/h}$$

în care:

S_{ac} este suprafața acoperișului în m²;
Q_i — fluxul de insolație pe o suprafață înclinată, în kcal/m²h;
c_{tr} — coeficient de trecere a căldurii prin acoperiș;
c_{abs} — coeficient de absorbție a căldurii de către acoperiș.

Valoarea coeficientului de absorbție variază în funcție de materialul și de culoarea acoperișului. În literatură se dau valorile ce pot fi acceptate pentru cei doi coeficienți.

3.2. *Căldura degajată de oameni.* Prin îndeplinirea funcțiunilor fiziologice care au loc în corpul omenesc, rezultă căldură, bioxid de carbon, vapori de apă, în proporții condiționate de starea aerului înconjurător și de efortul fizic făcut. Parte din căldura produsă se consumă pentru evaporarea umidității, iar restul căldurii contribuie la variația temperaturii aerului din încăperea respectivă.

Degajarea de căldură de către o persoană are valorile următoare:

— om stînd pe scaun liniștit	circa 80—100 kcal/h;
— om stînd în picioare liniștit	circa 100—110 kcal/h;
— om efectuînd lucru ușor	circa 120—140 kcal/h;
— om efectuînd lucru mijlociu	circa 150—180 kcal/h;
— om efectuînd lucru greu	circa 190—250 kcal/h;
— om efectuînd lucru extrem de greu	circa 260—400 kcal/h;
— copil liniștit	circa 50—60 kcal/h;
— copil în mișcare	circa 60—80 kcal/h.

Căldura degajată de către oamenii dintr-o clădire este dată de produsul:

$$Q_{ca} = c_s \cdot n \cdot q \text{ kcal/h},$$

în care:

c_s este coeficientul de simultaneitate al prezenței persoanelor în clădire;
n — numărul total al persoanelor care folosesc clădirea (locuință, cămin, instituție etc.);
q — debitul orar de căldură degajată de o persoană, în kcal/om·h.

3.3. *Căldura cedată de corpurile de iluminat.* Parte din energia electrică consumată de corpurile de iluminat prin incandescență aflate în încăperile unei clădiri se transformă în căldură și contribuie la încălzirea aerului din încăperile respective.

Cantitatea de căldură cedată de corpurile de iluminat în funcțiune poate fi calculată cu relația:

$$Q_{il} = 0{,}860\ i_s \cdot x \cdot c_s \frac{h}{24} S_{loc} \text{ kcal/h}$$

în care:

i_s este puterea specifică în W/m²;
x — coeficient care exprimă partea din energia electrică transformată în căldură (din literatură [5] $x = 0{,}92$);
c_s — coeficient de simultaneitate;
h — numărul orelor de funcționare dintr-o zi;
S_{loc} — suprafața locuibilă a clădirii, în m².

3.4. *Căldura degajată de aparatele în funcțiune.* Sub denumirea de aparate, se înțeleg sobele de gătit și mașinile de aragaz, radiatoarele electrice, reșourile etc. În timpul funcționării acestor aparate se produce căldură care contribuie la variația temperaturii aerului în încăperile în care sînt instalate.

Cantitatea de căldură degajată în încăperi poate fi calculată cu relația:

$$Q_{ap} = 0{,}860 \cdot m \cdot d_s \frac{h}{24} \text{kcal/h},$$

în care:

m este numărul familiilor care locuiesc în clădirea considerată;
d_s — puterea medie a aparatelor utilizate de o familie, în W;
h — numărul orelor de funcționare dintr-o zi.

Acest termen se introduce numai cînd există aparate în funcțiune; relația de mai sus este valabilă numai pentru locuințe.

3.5. *Căldura pătrunsă prin ferestre verticale.* Pentru evaluarea cantității de căldură care pătrunde în încăperi prin ferestre datorită radiației solare, literatura de specialitate [5] recomandă utilizarea formulei propuse de L. L. Daşchevici:

$$Q_f = S_f \cdot Q_v \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \text{ kcal/h},$$

în care:

S_f este suprafața ferestrelor în m²;
Q_v — fluxul de insolație pe o suprafață verticală, în kcal/m²h;
c_1 — coeficient de trecere a razelor solare prin sticlă;
c_2 — coeficient de trecere a razelor solare prin tocul ferestrelor;
c_3 — coeficient de trecere a razelor solare prin sticla murdară.

Pentru coeficienții c_1, c_2, c_3 se pot lua valori din literatură [5].

3.6. *Căldura pierdută prin neetanșeități* reprezintă cantitatea de căldură necesară pentru încălzirea aerului pătruns în încăperi prin rosturile ferestrelor și ușilor. Pentru acest calcul, STAS 1 907-52 indică relația :

$$Q_{neet} = L_{rost} \cdot a \cdot c(p_e - p_i)^{2/3} \cdot (t_i - t_e) \text{ kcal/h},$$

în care :

L_{rost} este lungimea rosturilor, în m ;
a — cantitatea de aer pătrunsă în încăpere printr-un metru liniar de rost la o diferență de presiune de 1 mm col apă ;
c — căldura specifică a aerului raportată la volum, în kcal/m³ grad ;
$p_e - p_i$ — diferența de presiune a aerului de o parte și de alta a ferestrei sau a ușii în kg/m² ;
t_i — temperatura aerului interior, în °C ;
t_e — temperatura aerului exterior, în °C.

Diferența de presiune $p_e - p_i$ variază cu viteza vîntului care intervine în relația $p_d = \frac{v^2}{2} \cdot \frac{\gamma}{g}$, reprezentînd presiunea dinamică a aerului. În STAS 1 907-52 se indică valorile k ce pot fi acceptate pentru calculul diferenței de presiune cu relația $p_e - p_i = k \cdot p_d$.

3.7. *Căldura pierdută prin ventilație.* Pentru aerisirea încăperilor se realizează o primenire a aerului cald din interior cu aerul mai rece din exterior. Din acest schimb, rezultă o pierdere de căldură egală cu cantitatea de căldură necesară încălzirii aerului exterior pătruns în încăperi, de la temperatura exterioară la temperatura interioară.

Cantitatea de căldură pierdută orar prin ventilație, ca o valoare medie pe o zi, este dată de relația :

$$Q_{vent} = s.V.c.\ (t_i - t_{e.\,vent}) \frac{1}{24} \text{kcal/h},$$

în care :

s este numărul de schimburi de aer dintr-o zi, raportat la volumul exterior al clădirii, în schimburi/zi ;
V — volumul exterior al clădirii, în m³ ;
c — căldura specifică a aerului, raportată la volum, în kcal/m³ grad ;
t_i — temperatura aerului interior, în °C ;
$t_{e.vent}$ — temperatura aerului exterior pentru ventilație, după STAS 4 836-55.

3.8. *Căldura pierdută prin conducție.* Pierderile de căldură prin conducție se compun din pierderile prin împrejmuirile verticale ale clădirilor, prin acoperișuri, prin planșeele subsolurilor neîncălzite și prin împrejmuirile încăperilor subterane. Aceste pierderi se pot determina cu suficientă precizie, cu ajutorul formulei indicate de N. S. Ermolaev [2] :

$$Q_{cond} = (t_i - t_e)\{P \cdot h\,[k_p + \gamma \cdot (k_f - k_p)] + S_c\,[c_{ac}\,k_{ac} + c_{pl}\,k_{pl}]\} \text{ kcal/h},$$

în care :

P este perimetrul clădirii măsurat în exterior, în m ;
h — înălțimea clădirii, de la sol pînă la cornișă, în m ;
S_c — suprafața clădită, în m² ;
k_p, k_f, k_{ac}, k_{pl} — coeficienții de transmisie ai căldurii, respectiv prin pereți, ferestre, acoperișuri și plafoane, după STAS 1 907-52, în kcal/m² · h. grad ;
γ — raportul dintre suprafața acoperită cu ferestre și suprafața interioară a pereților ;
c_{ac}, c_{pl} — coeficienții de corecție ai temperaturii pentru planșeele superioare și inferioare indicați în literatură [2].

Această ecuație este valabilă pentru clădiri la care nu se întrebuințează acoperișuri cu luminatoare.

4. Căldura primită de clădiri de la soare

Elementele constructive de contur ale clădirii primesc direct căldură de la soare prin radiație.

Tabela 1

Data	E	S	V	N	Total	Fluxul mediu orar
	cal/cm², zi	cal/cm², zi	cal/cm², zi	cal/cm², zi	cal/cm², zi	kcal/m²h
1 ianuarie	15	80	30	0	125	52,1
1 februarie	25	105	40	0	170	70,9
1 martie	31	142	68	7	247	104,0
1 aprilie	42	182	115	28	367	153,0
1 mai	76	167	167	60	470	196,0
1 iunie	140	120	193	105	558	229,0
1 iulie	205	95	210	150	660	275,0
1 august	158	100	200	115	573	239,0
1 septembrie	112	141	168	63	484	201,5
1 octombrie	80	200	92	20	392	163,0
1 noiembrie	40	214	58	0	312	130,0
1 decembrie	16	160	30	0	206	86,0

O parte din căldura provenită de la soare se transmite prin conductibilitate, convecție și radiație la aerul din interiorul clădirilor și contribuie la variația temperaturii interioare. Cantitatea de căldură primită de la soare de o suprafață oarecare variază cu orientarea acesteia față de punctele cardinale, cu înclinarea suprafeței față de orizontală, cu anotimpul etc.

Prelucrînd datele referitoare la radiația solară [6], se dă mai jos valoarea fluxului de insolație pe suprafețe verticale (pereți, ferestre) și înclinate (acoperișuri) la 30°. În tabela 1 se dă fluxul de insolație pe o suprafață verticală în decursul anului, pentru diverse orientări, la coeficient de transparență 0,8 și nebulozitate mijlocie.

În tabela 2 se dă fluxul de insolație pe o suprafață înclinată la 30°, în decursul anului, pentru diverse orientări, la coeficient de transparență 0,8 și nebulozitate mijlocie.

Tabela 2

Data	E	S	V	N	Total
	kcal/m², h	kcal/m², h	kcal/m², h	kcal/m², h	kcal/m², h
1 ianuarie	12,8	33,0	14,1	1,7	61,6
1 aprilie	93,0	134,0	94,0	58,5	379,5
1 iulie	210,0	241,0	207,0	193,0	851,0
1 octombrie	65,0	120,0	66,0	38,0	289,0

Pe baza valorilor din cele două tabele s-au trasat curbele din fig. 1, ale variației anuale a fluxului de insolație.

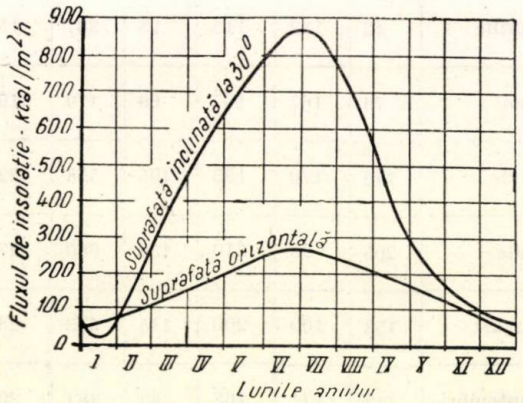


Fig. 1. Variația anuală a fluxului de insolație la București pentru nebulozitate mijlocie și coeficient de transparență 0,8.

5. Determinarea limitelor perioadei de încălzire

Ecuația bilanțului termic al clădirilor reprezintă egalitatea aportului de căldură cu pierderile de căldură:

$$Q_{aport} = Q_{pierd.}$$

Valorile termenilor care intervin în ecuația bilanțului termic se determină cu relațiile date mai sus, ținînd seamă de tipul clădirilor (dimensiuni, materiale), de destinația lor și de temperatura ce trebuie să se mențină în încăperi, în cazul cînd instalația de încălzire nu funcționează.

Pentru aportul de căldură se obțin valori numerice, care diferă după datele calendaristice la care au fost determinate. Pierderile de căldură se exprimă în funcție de o singură necunoscută, t_e (temperatura aerului exterior). Rezultă deci că pentru fiecare dată calendaristică se obține temperatura aerului exterior $t_e = f(z)$, la care pentru datele climatice din acel moment (vînt, insolație), aportul de căldură este egal cu pierderile de căldură. Valoarea temperaturii exterioare obținute prin calcul este, în general, diferită de valoarea reală a temperaturii exterioare, corespunzătoare datei calendaristice pentru care s-a făcut bilanțul termic. Cele două temperaturi (calculată și reală) sînt egale numai pentru o singură dată calendaristică; această dată și valoarea temperaturii exterioare corespunzătoare marchează trecerea de la etapa în care condițiile de igienă și confort sînt asigurate de factorii climatici naturali, la etapa în care aceste condiții trebuie să fie realizate prin funcționarea instalației de încălzire.

Rezultatul final se obține în mod practic din trasarea curbei $t_e = f(z)$ prin punctele corespunzătoare datelor calendaristice considerate; punctele de intersecție cu curba de variație a temperaturii exterioare medii zilnice (primăvara și toamna) reprezintă datele calendaristice și valorile temperaturii cînd instalația de încălzire trebuie să fie întreruptă sau să intre în funcțiune. S-au obținut astfel limitele perioadei de încălzire.

6. Aplicarea metodei

Această metodă a fost utilizată pentru condițiile climatice și particularitățile clădirilor din orașul București. Calculele s-au efectuat pentru clădirile de locuit cu ziduri exterioare din cărămidă veche (28 × 14 × 7) și cărămidă nouă (25 × 12,5 × 6). Rezultatele obținute au condus la graficul din fig. 2 (patru clădiri cu volume diferite, 2 400—16 300 m³ și ziduri de cărămidă veche). Pentru temperatura interioară de calcul, s-a admis valoarea de +20°C; această temperatură trebuie să fie asigurată în anotimpurile cu climat tranzitoriu (primăvara și toamna), cînd temperatura aerului exterior este relativ scăzută și instalațiile de încălzire nu funcționează.

Din fig. 2 rezultă că la București, perioada de încălzire trebuie să înceapă la 10 octombrie, cînd temperatura aerului exterior este +12°C și să sfîrșească la 10 aprilie cînd temperatura este +10°C. Aceste rezultate sînt comparabile cu

cele indicate în literatură [4] şi [7]. Diferenţa de +2°C se datoreşte variaţiei valorilor pentru radiaţia solară.

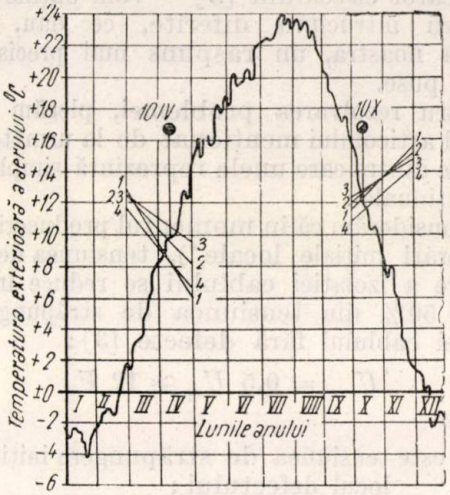


Fig. 2. Limitele perioadei de încălzire la Bucureşti.

7. Comparaţie cu metoda STAS

În STAS 4 839-55 se indică valorile temperaturilor exterioare (valori unice pentru întreg teritoriul R.P.R.) şi datele calendaristice care limitează perioada de încălzire în localităţile mai importante.

Valorile temperaturilor acceptate pentru ţara noastră au fost stabilite comparativ cu valorile admise în U.R.S.S.; faţă de temperatura de +4°C, valabilă în U.R.S.S., pentru ţara noastră s-a stabilit +5°C (începutul perioadei), respectiv +8°C (sfîrşitul perioadei). Creşterea temperaturilor şi denivelarea lor este bazată pe condiţiile climatice şi fiziologice, diferite de cele din U.R.S.S.

Tabela 3

Metoda	Începutul perioadei		Sfîrşitul perioadei		Durata perioadei în zile
	°C	data	°C	data	
STAS 4839-55	+ 5	15 noiembrie	+ 8	31 martie	135
Analitică	+12	10 octombrie	+10	10 aprilie	184

Metoda analitică dezvoltată în studiul de faţă conduce, pentru oraşul Bucureşti, la valori diferite de cele indicate de STAS 4 839-55. În tabela 3 se prezintă comparativ aceste rezultate.

Bibliografie

[1] Avramenko F.: *Metodica normirovania i normi rashoda topliva na otoplenie i hoziaistvenno bitovie nujdi*, Moscova 1948.

[2] Subin E. P.: *Proiectarea reţelelor termice urbane.* Editura Energetică de Stat, Bucureşti, 1954.

[3] Kopiev S. F.: *Alimentarea cu căldură*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1957.

[4] Stoian V.: *Relaţiile între climă şi încălzire, definite prin metoda gradelor zi*, Bucureşti, 1949.

[5] Horstein H.: *Curs de încălziri centrale şi ventilaţii*, Litografia Ministerul Învăţămîntului, Bucureşti, 1955.

[6] Stan Maria: *Fluxul de insolaţie pe suprafeţe cu orientări şi înclinări diferite pentru latitudinile* 44—48°, Bucureşti, 1952.

[7] Dimitriu-Vîlcea E.: *Grosimea optimă a zidurilor exterioare la clădirile publice şi de locuit*, Industria Construcţiilor şi a Materialelor de Construcţii nr. 1, 1957.

Despre determinarea tensiunii şi periodicităţii încercărilor preventive în reţelele de cablu de înaltă tensiune

Ing. *EM. COSTIN*

În ţara noastră a început în ultimul timp, în conformitate cu dispoziţiile prescripţiilor de exploatare tehnică (par. 1 000) şi cu instrucţiunile în vigoare (intr. 59—55 a MEEIE), încercarea cu tensiune mărită redresată a cablurilor de înaltă tensiune. Normele prevăd încercarea cablurilor aflate în condiţii normale de exploatare o dată pe an cu o tensiune redresată, egală cu 5 U_n. Normele sovietice prevăd aceleaşi condiţii de încercare.

Recomandări cu privire la stabilirea unui astfel de nivel al tensiunii de încercare apar în literatură pe baze empirice [7],[8] şi au fost determinate de factori contradictorii: pe de o parte, de necesitatea unei tensiuni mari, care să asigure eficacitatea încercărilor şi pe de altă parte de lipsă de cunoştinţe asupra efectelor pe care le are aplicarea unei tensiuni înalte asupra izolaţiei cablurilor. Astăzi, însă, se poate considera recunoscut că aplicarea de scurtă durată a unei tensiuni continue asupra izolaţiei cablurilor nu le dăunează în mod sensibil acestora, dacă tensiunea este mai mică decît tensiunea necesară străpungerii [9], [10], aşa că ridicarea tensiunii de încercare în curent continuu chiar şi peste nivelul de 5 U_n nu are de întîmpinat obiecţiuni din punctul de vedere al îmbătrînirii premature a cablurilor.

Din literatura sovietică de specialitate (U.R.S.S. este singura ţară care efectuează încercări preventive în proporţii de masă asupra

cablurilor aflate în exploatare), reiese că rezultatele încercărilor efectuate conform prevederilor noi melor nu au fost suficient de favorabile şi de aceea s-a trecut la mărirea tensiunilor de încercare şi la scurtarea perioadei dintre două încercări consecutive ale aceluiaşi cablu [1], [3].

În ţara noastră*), experienţa de cîţiva ani a încercărilor cu tensiune (care a fost mărită progresiv de la 3 U_n la 5 U_n) a permis să se tragă concluzii similare celor trase în U.R.S.S. asupra eficacităţii încercărilor, cu excepţia că la noi încă nu s-a reuşit a se respecta periodicitatea acestora.

În aceste condiţii apare ca necesară stabilirea eficacităţii măririi tensiunii de încercare, precum şi precizarea avantajelor ce le-ar produce scurtarea perioadelor dintre încercări. Aceste precizări ar permite determinarea tensiunii şi periodicităţii optime pentru încercările preventive ale fiecărei reţele considerate.

Fiecare reţea de cablu are unele caracteristici care o fac să se comporte mai sigur sau mai puţin sigur în exploatare.

Caracteristici de material: izolaţia cablurilor în cursul dezvoltării reţelei (grosime şi calitate) şi calitatea tehnologiei şi materialelor folosite în lucrările de reparaţii.

Caracteristici de funcţionare: condiţiile de umiditate, de coroziuni în care funcţionează reţeaua, condiţiile de protejare împotriva defectării mecanice etc.

Caracteristici de exploatare: regimurile de încărcare, regimurile de îmbătrînire a izolaţiei.

Dacă caracteristicile de exploatare pot fi urmărite şi influenţate în totalitatea lor, caracteristicile de funcţionare şi cele ale materialelor nu pot fi influenţate decît parţial şi efectele lor pot fi stabilite numai în urma analizării defecţiunilor apărute în cursul exploatării.

Desigur că o reţea de cablu de bună calitate, aflată în zone uscate, fără coroziuni, se va comporta mai bine în exploatare şi va necesita un volum de încercări preventive mai mic decît o reţea de cabluri care abundă în defecte de izolaţie, a cărei pozare s-a efectuat fără respectarea anumitor norme etc.

Este normal deci, ca periodicitatea încercării reţelelor de cablu să difere în funcţie de condiţiile locale.

*

Problema stabilirii unor tensiuni optime de încercare a cablurilor a mai fost tratată în literatură [3]. În articolul citat se pleca de la abstractizarea datelor obţinute în exploatare şi în urma unor raţionamente ce se vor analiza mai jos se ajungea la concluzia căutată.

*) Referirile la situaţiile concrete nu se fac asupra datelor din întreaga ţară, ci asupra datelor extrase din experienţa de încercare a cablurilor unui mare oraş.

Fără a pune la îndoială vreuna dintre premizele problemei — datele obţinute în exploatarea unei reţele din ţara noastră coincid în mod satisfăcător cu cele din [3] — vom obţine unele concluzii întrucîtva diferite, ce dau, după părerea noastră, un răspuns mai precis problemei puse.

Pentru rezolvarea problemei, plecăm ca şi autorul articolului menţionat de la următoarele premize dintre care unele reprezintă simplificări convenţionale :

a) Considerăm că în momentul producerii unei deteriorări iniţiale locale*), tensiunea de străpungere a izolaţiei cablului se reduce în acel loc la 50% din tensiunea de străpungere a izolaţiei cablului fără defecte [3] :

$$U_{i\,def} = 0{,}5\ U_m \cong 12\ U_n$$

în care

U_{idef} este tensiunea de străpungere iniţială în locul defectului;

U_m — tensiunea de străpungere medie a cablului fără defecte;

U_n — tensiunea nominală a cablului.

Prin aceasta se consideră că tensiunea de străpungere a unui cablu cu izolaţie din hîrtie impregnată este de 24 ori tensiunea nominală.

b) Considerăm că tensiunea de străpungere a cablului în locul defect scade liniar în funcţie de timp, deci că izolaţia cablului se înrăutăţeşte proporţional cu timpul, pînă la străpungere (fig. 1) Se poate arăta că între $t = 0$ şi $t = \tau$

$$U = U_{i\,def} - \frac{t}{\tau}(U_{i\,def} - U_n) \qquad (1)$$

în care :

U este tensiunea de străpungere a izolaţiei cablului în locul defect, într-un moment oarecare t;

τ — timpul după trecerea căruia $U = U_n$, adică cablul ajunge la situaţia de a se străpunge în exploatare.

Considerînd cele arătate la punctul a), relaţia capătă o formă mai simplă :

$$U = U_n\left(12 - 11\frac{t}{\tau}\right). \qquad (2)$$

c) Valoarea τ din relaţiile anterioare nu este o valoare fixă, deoarece nici amploarea defecţiunilor şi nici condiţiile lor de dezvoltare nu sînt aceleaşi la fiecare cablu.

*) Prin deteriorare iniţială locală se înţelege punctul slab creat în izolaţia unui cablu de o fisură a mantalei, o „frîngere" cu ocazia unei pozări ori deplasări necorespunzătoare, o turtire, lovire etc ; acest punct slab se va dezvolta în timp şi va apărea ulterior ca defect al cablului. Dacă tensiunea de străpungere a izolaţiei unui cablu fără defecte este U_m, tensiunea de străpungere a cablului în locul unui defect iniţial în momentul imediat următor producerii acestui defect iniţial este $U_{i\,def}$.

Relația dintre numărul defectelor apărute și durata lor de evoluție se poate stabili din practică, considerînd cablele defectate în exploatare după ce au fost încercate preventiv, și

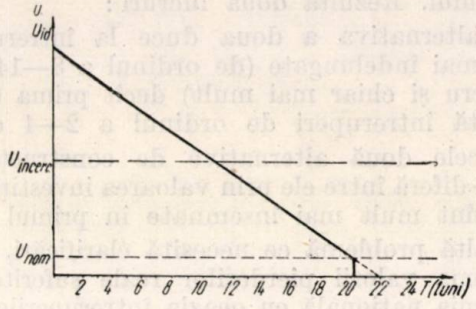


Fig. 1.

are forma din fig. 2. Această curbă obținută este similară curbei empirice ridicate pentru datele unei alte rețele încercate în U.R.S.S. [3].

*

Pe baza acestor premize vom încerca să determinăm tensiunea optimă pentru încercările preventive :

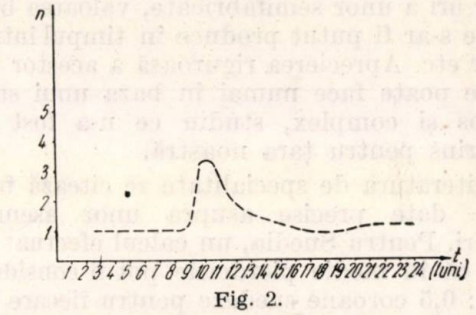


Fig. 2.

Din diagramă (fig. 3) constatăm că unele defecte ce au viteză mare de dezvoltare apar și se dezvoltă pînă ce apar ca defecte în exploatare, în intervalul dintre două încercări preventive consecutive (dreapta *a*, în fig. 3). Există alte defecte care nu sînt scoase la iveală de o

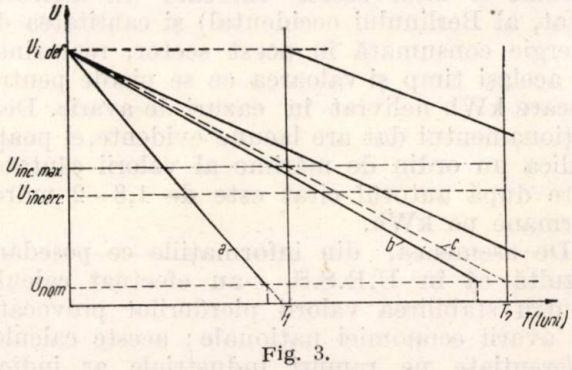


Fig. 3.

încercare preventivă, deși au apărut înaintea acesteia și apar în exploatare după încercare (dreapta *b*, fig. 3).

Condiția analitică pentru primul caz este $T > \tau$, perioada dintre două încercări este mai mare decît timpul de defectare, (T este perioada dintre două încercări consecutive), iar pentru cel de al doilea caz este în general*) :

$$U_n < U_{inc} < U_{(k-1)}\,T \qquad (3)$$

$$(k-1)\,T < \tau < kT$$

în care k este un număr întreg oarecare, invers proporțional vitezei de dezvoltare a defectelor și U_{inc} — tensiunea de încercare.

Din studierea acestor condiții analitice, rezultă clar două concluzii :

1. Oricît s-ar mări tensiunea de încercare, primul gen de defecte nu poate fi influențat, odată ce defectele apar după încercare și se evidențiază pînă la încercarea următoare ($\tau < T$).

2. Cel de al doilea gen de defecte poate fi înlăturat prin mărirea tensiunii de încercare.

Din cercetarea analitică ori geometrică a chestiunii (anexa 1), rezultă că tensiunea maximă rațională de încercare este

$$U_{inc\,max} = \frac{1}{2}(U_{i\,def} + U_n). \qquad (4)$$

Aplicînd premiza a), găsim că tensiunea maximă necesară pentru încercările preventive efectuate în regim strict periodic ($T = \text{const}$) este :

$$U_{inc} = \frac{1}{2}(U_{i\,def} + U_n) \cong 6{,}5\ U_n. \qquad (5)$$

Valoarea optimă a periodicității încercărilor preventive trebuie determinată din cu totul alte considerente. În adevăr, mărirea frecvenței încercărilor preventive**) provoacă, după cum se vede clar din diagrama din fig. 3, reducerea

---

*) În adevăr să presupunem că un defect potențial a apărut imediat după o încercare ; în funcție de viteza de dezvoltare a defectului apărut, tensiunea de străpungere a cablului la locul defect poate fi superioară tensiunii de încercare a cablului, atît la următoarea încercare, cît și la alte cîteva consecutive. Poate exista o valoare a tensiunii de străpungere a cablului, ($U_{(k-1)}T$), care va fi mai mare decît U_{inc}, la a $(k-1)$ încercare după apariția defectului potențial, deci după trecerea timpului $(k-1)T$ de la defectare ; se poate de asemenea ca tensiunea de străpungere a acestui cablu să evolueze astfel încît în perioada dintre încercarea $(k-1)$ și încercarea următoare k, cablul să se defecteze în exploatare ; timpul de evoluție a defectului τ va fi deci mai mare decît timpul pînă la încercarea $(k-1)\,T$ și mai mică decît timpul pînă la încercarea următoare kT : $(k-1)\,T < \tau < kt$. Numărul k reprezintă numărul de încercări pe care îl suportă cablul de la apariția defectului potențial pînă la transformarea acestuia în defect real. El este cu atît mai mare cu cît progresează mai lent defectul în cablu (cu cît scade mai lent tensiunea de străpungere a cablului în locul defect).

**) Prin frecvență a încercărilor preventive vom înțelege pe viitor valoarea inversă a perioadei dintre două încercări preventive, considerată în ani : $F = \frac{1}{T}$.

numărului absolut de defecte ce apar în exploatare. Acesta este desigur un fapt pozitiv, pentru că fiecare defect apărut în exploatare reprezintă o anumită pierdere (destul de însemnată) pentru economia națională și reducerea defectelor înseamnă reducerea pierderilor provocate astfel economiei naționale.

În același timp însă, mărirea frecvenței încercărilor preventive este însoțită de creșterea în aceeași proporție a cheltuielilor pentru întreținerea personalului și utilajului suplimentar necesar.

Or, pentru economia națională aceste două feluri de cheltuieli nu sînt — după părerea noastră—principial deosebite. Ca urmare, încercările preventive sînt, din punct de vedere al economiei naționale, justificate numai atîta timp cît ele provoacă reducerea unor defecte de o valoare mai însemnată decît costul încercărilor însuși. De altfel, problema economiei rezultate în urma încercărilor preventive este luată în considerare și în alte lucrări ce tratează despre încercările preventive [8]. În articolul menționat se tratează un caz special — dublarea tensiunii de exploatare a rețelei, urmată de mărirea numărului de defecte în rețea—și se compară costul încercărilor preventive, nu cu pierderile suferite cu ocazia defectelor, ci cu cheltuielile pe care le-ar necesita înlocuirea tuturor cablurilor rețelei. În acest caz, avantajele economice ale încercărilor sînt evidente și nu mai necesită justificări suplimentare.

Pierderea suferită la un defect de cablu se poate aprecia în funcție de energia nelivrată în medie la fiecare defect; costul mediu al unui kWh fiind de 0,55 lei și pierderile reale suferite de industrii cu ocazia întreruperilor considerîndu-se de 8 ori mai mari decît valoarea energiei nelivrate cu aceeași ocazie (prin Regulamentul de utilizare a energiei electrice [4]), rezultă că valoarea în lei a pierderii medii suferite (δ) este:

$$\delta = \delta' \cdot 0{,}55 \cdot 8 = 4{,}4\delta'.$$

δ' fiind pierderea de energie (în kWh) suferită la un defect de cablu.

Noțiunea de „energie nelivrată cu ocazia unui defect" necesită anumite clarificări.

Energia nelivrată reprezintă aprecierea cantității de energie pe care un consumator întrerupt ar fi consumat-o, dacă n-ar fi suferit întreruperea. Fără a intra în detaliile calculării acestei energii nelivrate, ne mărginim a constata că ea crește o dată cu creșterea duratei întreruperii. Or, această durată a întreruperii depinde de două alternative: fie că avem de-a face cu o rețea complexă, astfel construită încît consumatorii au în general posibilități multiple de alimentare și în acest caz durata întreruperii depinde de rapiditatea cu care se determină porțiunea de cablu defectă și se fac manevrele de alimentare a consumatorilor, fie că avem de-a face cu consumatori alimentați radial, fără posibilitatea preluării sarcinii pe alte alimentări și în acest caz întreruperea durează timpul necesar determinării precise a locului defect și remedierii defectului. Rezultă două lucruri:

a) alternativa a doua duce la întreruperi mult mai îndelungate (de ordinul a 8—14 ore de lucru și chiar mai mult) decît prima (care necesită întreruperi de ordinul a 2—4 ore);

b) cele două alternative de construcție a rețelei diferă între ele prin valoarea investițiilor, care sînt mult mai însemnate în primul caz.

O altă problemă ce necesită clarificări, este problema valorii pierderilor reale suferite de economia națională cu ocazia întreruperilor de avarie. Tratarea acestei probleme nu intră în tema lucrării de față, dar alegerea cifrei de „8" drept coeficient care, multiplicat cu energia nelivrată, dă valoarea pierderii suferite de economia națională, impune anumite precizări.

Pierderile provocate de întreruperi depind de o serie întreagă de factori, adesea contradictorii, ca natura consumatorilor afectați, gradul de mecanizare al diverselor întreprinderi, durata întreruperilor, posibilitățile de distrugere a utilajelor ori a unor semifabricate, valoarea bunurilor ce s-ar fi putut produce în timpul întreruperilor etc. Aprecierea riguroasă a acestor pierderi se poate face numai în baza unui studiu migălos și complex, studiu ce n-a fost încă întreprins pentru țara noastră.

În literatura de specialitate se citează foarte puține date precise asupra unor asemenea pierderi. Pentru Suedia, un calcul efectuat [11] arată că în medie pierderile pot fi considerate astfel: 0,5 coroane suedeze pentru fiecare kWh pierdut în primele 3 minute de întrerupere și 1 coroană pentru fiecare kWh pierdut în minutele următoare.

În altă lucrare [12] se întîlnește încercarea de a stabili valori aproximative pentru pierderile cauzate de avarii, pe o cale indirectă; se consideră că raportul dintre valoarea producției globale a unui sector oarecare (în articolul citat, al Berlinului occidental) și cantitatea de energie consumată în acest sector, reprezintă în același timp și valoarea ce se pierde pentru fiecare kWh nelivrat în cazuri de avarie. Deși raționamentul dat are lacune evidente, el poate indica un ordin de mărime al valorii căutate, care după autorul citat este de 1,8—2 mărci germane pe kWh.

De asemenea, din informațiile ce posedăm rezultă că în U.R.S.S. s-au efectuat calcule pentru stabilirea valorii pierderilor provocate de avarii economiei naționale; aceste calcule, diferențiate pe ramuri industriale ar indica drept coeficient mediu de multiplicare al valorii energiei nelivrate cifre variind între 7 și 10. Menționăm că și Regulamentul sovietic de utilizare a energiei electrice prevede ca în

cazul întreruperilor provocate din vina întreprinderii furnizoare de energie, acesta să plătească daune egale cu de 8 ori valoarea energiei nelivrate cu ocazia întreruperii.

Ţinînd seama de toate aceste date, care oscilează în general între valori de 6—12 ori

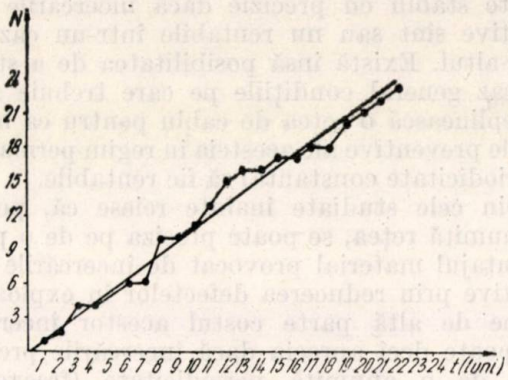


Fig. 4.

valoarea energiei electrice nelivrate, luînd în considerare nivelul actual al electrificării industriei noastre şi faţă de lipsa unor date precise în această direcţie în R.P.R., considerăm că cifra furnizată de [4] poate fi apreciată ca fiind apropiată de cea reală.

Relaţia creşterii numărului de defecte în funcţie de timp $N = f(t)$ la cablurile încercate, t fiind timpul trecut de la încercare, este reprezentată în fig. 4 împreună cu curba reprezentată şi în fig, 2 $n = f(t)$. Curba $N = f(t)$ este de altfel dedusă din cealaltă. Această nouă curbă are aspectul general al unei drepte $N = \alpha t$, cu mici abateri. Spre a stabili în mod concret valoarea coeficientului α, trebuie considerat numărul mediu de defecte N calculat pe un an; cu trecerea timpului N creşte monoton şi neglijarea acestui fapt duce la creşterea monotonă a lui α în funcţie de timp.

Pentru precizarea analitică a relaţiei dintre reducerea numărului anual de defecte şi frecvenţa încercărilor preventive, considerăm variabilă frecvenţa încercărilor (sau, ceea ce este acelaşi lucru, perioada dintre două încercări — T). Cunoaştem că

$$F = \frac{1}{T}.$$

Considerînd T variabil, îi putem substitui pe t din relaţia $N = f(t)$ (fig. 4).

Astfel,

$$F = \frac{1}{T} = \frac{\alpha}{\alpha T} = \frac{\alpha}{\alpha t} = \frac{\alpha}{N}; \quad FN = \alpha. \qquad (6)$$

Curba reprezintă o hiperbolă (fig. 5). Din această curbă putem uşor deduce relaţia dintre pierderile $\sigma = \delta N$ suferite de economia naţională şi frecvenţa încercărilor preventive. Relaţia are, de asemenea, forma de hiperbolă (curba I, II, fig. 6)*)

$$N = \frac{\sigma}{\delta}. \qquad (7)$$

$$F\sigma = \alpha\delta.$$

Scăzînd pentru fiecare punct al acestei curbe abscisa σ din σ_0, valoarea defectelor considerate în lipsa încercărilor preventive, obţinem o curbă nouă, în care abscisa $\sigma_0 - \sigma = \gamma$ reprezintă avantajul creat pentru economia naţională prin încercările preventive (curba III, IV, fig.6).

Spre a aprecia costul încercărilor preventive, plecăm de la constatarea experimentală că o echipă de încercări (4 oameni) poate acoperi în 8 ore de muncă încercarea preventivă a circa 300 tronsoane de cablu anual**). Această operaţie costă lunar:

Exploatarea unei dube-laborator (8 ore/zi)	4 250 lei
Salarii globale ale personalului de încercări	4 000 „
Întreţinerea şi amortizarea utilajului	1 250 „
Total lei	9 500

Considerînd că încercările nu se efectuează în tot cursul anului cu aceeaşi intensitate din cauza factorilor exteriori şi deci că echipa va fi utilizată o parte din timp şi la alte lucrări (circa 25% din timp), obţinem costul încercării o dată pe an a 300 tronsoane de cablu:

$$9\,500 \times 0{,}75 \times 12 = 85\,500 \text{ lei}$$

Este evident că costul încercărilor este direct proporţional atît cu numărul tronsoanelor de încercat, cît şi cu frecvenţa încercărilor.

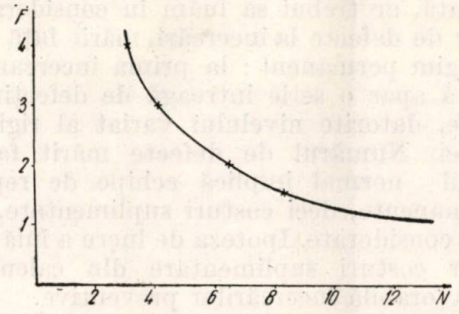


Fig. 5.

*) Pe grafic sînt trecute curbele empirice, care nu coincid întocmai cu rezultatele teoretice, deoarece la construirea lor relaţia $N = f(t)$ nu a fost considerată dreaptă şi s-au folosit datele reale; de asemenea, în cazul real, în lipsa încercărilor preventive, N nu este infinit de mare, cum ar trebui să rezulte din relaţia (6), ci are o valoare finită luată în considerare la construirea curbelor. Deşi există aceste diferenţe, alura curbelor trasate coincide cu forma curbelor deduse teoretic.

**) Aproximativ aceeaşi constatare se află şi în literatura străină [8], o echipă de încercări poate încerca 350 cabluri anual, dacă face numai această operaţie în permanenţă. După cum reiese din prezentul studiu, echipa analizată nu face numai acest gen de lucrări decît 75% din timp.

În raționamentele ce urmează, nu vom lua în considerare costul reparațiilor efectuate la cabluri, din două cauze principale :

a) Considerăm (în mod teoretic) că încercările preventive ale cablurilor în curent continuu nu au vreo influență cît de cît sensibilă asupra acestor cabluri și că ele nu fac decît să planifice

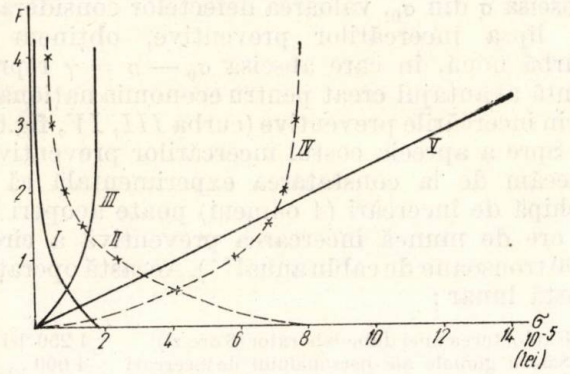


Fig. 6.

defectele cablurilor, care, oricum, ar fi apărut mai curînd sau mai tîrziu în exploatare. Considerăm deci că numărul total de defecte în rețeaua de cabluri pe o perioadă îndelungată (din punct de vedere statistic) este același, fie că încercările preventive au loc, fie că nu au loc. Încercările preventive au numai rostul de a reduce numărul defectelor ce apar în exploatare.

b) Considerăm că rețeaua discutată a fost supusă și în trecut unui regim de încercări preventive de periodicitate constantă și deci echipele de reparații au o încărcare constantă.

Dacă am considera că încercările preventive se efectuează pentru prima oară în rețeaua analizată, ar trebui să luăm în considerare un număr de defecte la încercări, mărit față de cel din regim permanent : la prima încercare preventivă apar o serie întreagă de defecțiuni de izolație, datorite nivelului variat al rigidității izolației. Numărul de defecte mărit față de regimul normal implică echipe de reparații nepermanente, deci costuri suplimentare, ce ar trebui considerate. Ipoteza de lucru a înlăturării acestor costuri suplimentare din calcul este deci favorabilă încercărilor preventive.

În fig. 6 sînt analizate două cazuri. În ambele cazuri rețeaua este de aceeași mărime (circa 1 500 tronsoane), mărimea aproximativă a rețelei, la care ne-am referit pînă acum. Costul încercărilor în această rețea este figurat prin curba *V*. Primul caz (curbele *I* și *III*) reprezintă variația costului defectelor (curba *I*) și a cîștigului prin încercări (curba *III*) la un cost redus al defectelor (circa 860 kWh/defect). În acest caz, curba *III* nu întretaie curba *V*, costul încercărilor este în permanență superior cîștigului realizat prin încercări — încercările sînt nerentabile. Cazul aceluiași număr de defecte, dar în care fiecare defect reprezintă o pierdere mai mare (circa 3 750 kWh), este analizat în curbele *II* și *IV*. Intersecția dintre curbele *IV* și *V* arată că în acest caz încercările sînt rentabile. Frecvența maximă a încercărilor care mai asigură rentabilitatea acestora este circa 1,7. Analizele de mai sus sînt făcute pentru cîte un caz particular oarecare și cu ajutorul lor se poate stabili cu precizie dacă încercările preventive sînt sau nu rentabile într-un caz sau într-altul. Există însă posibilitatea de a stabili în caz general condițiile pe care trebuie să le îndeplinească o rețea de cablu pentru ca încercările preventive ale acesteia în regim permanent (periodicitate constantă) să fie rentabile.

Din cele studiate înainte reiese că, pentru o anumită rețea, se poate preciza pe de o parte avantajul material provocat de încercările preventive prin reducerea defectelor în exploatare și pe de altă parte costul acestor încercări. Se poate deci aprecia dacă încercările preventive de o anumită periodicitate (frecvență) produc avantaje mai mari (sau mai mici) decît costul efectuării acestor încercări. Din analizarea relațiilor dintre variația frecvenței încercărilor și variația avantajului produs de acestea pe de o parte și a costului încercărilor pe de altă parte, se poate arăta că pentru una și aceeași rețea va exista o zonă de frecvențe de încercări neeconomice și o zonă de frecvențe de încercări economice.

Din calculele efectuate pe baza materialului experimental existent, rezultă că asemenea date asupra eficacității încercărilor pot fi indicate (fig. 7). Pentru a elimina influența extensiunii rețelei asupra rezultatelor analizei, s-a considerat drept criteriu de referire nu numărul absolut de defecte din rețea, ci numărul relativ, raportat la numărul de tronsoane de cablu (o încercare se efectuează asupra unui tronson) existente în rețea.

Așadar, în fig. 7 : N' este numărul de defecte

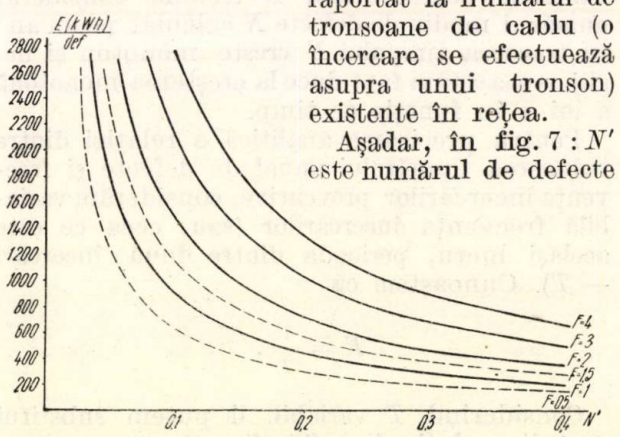


Fig. 7.

anuale raportat la numărul total de tronsoane în rețea ; E — energia nelivrată cu ocazia unui defect de cablu considerată în bani (pierdere pentru economia națională).

Spre a putea fi comparate, ambele aceste valori au fost traduse în costuri, conform indicațiilor date mai sus.

Spre a determina frecvența economică a încercărilor preventive pentru o anumită rețea, ale cărei date le cunoaștem, este suficient să găsim punctul de pe diagramă, corespunzător rețelei: curba inferioară cea mai apropiată reprezintă frecvența maximă economică de încercări, acceptabilă pentru rețeaua dată. De exemplu, o rețea care are circa 150 defecte anual pentru 900 tronsoane de cablu ($N'=0{,}167$), iar $E = 1\,300$ kWh/defect, poate fi încercată preventiv de maximum trei ori anual (regim rentabil, permanent). Evident că o frecvență de încercări mai scăzută este și ea rentabilă, cu toate că după fig. 7 nu rezultă care este regimul de încercări de maximă rentabilitate.

Regimul de maximă rentabilitate se poate determina analitic destul de simplu.

Din relația (7) deducem relația:

$$\gamma = \sigma_0 - \sigma = \sigma_0 - \frac{\alpha\delta}{F}. \qquad (8)$$

în care γ este, cum s-a mai arătat, avantajul produs economiei naționale de încercările preventive.

Considerînd că costul încercărilor preventive este proporțional cu frecvența încercărilor, obținem:

$$\gamma_1 = \psi F \qquad (9)$$

γ_1 — costul încercărilor preventive;
ψ — coeficient de proporționalitate.

Dacă diferența $\chi = \gamma - \gamma_1$ este pozitivă, pentru economia națională rezultă un cîștig, deci încercările preventive sînt rentabile. Rentabilitatea maximă se poate deci deduce de aci:

$$\chi = \gamma - \gamma_1 = \sigma_0 - \frac{\alpha\delta}{F} - \psi F \qquad (10)$$

prin derivare

$$\chi' = \frac{\alpha\delta}{F^2} - \psi. \qquad (11)$$

Pentru $\chi' = 0$, obținem condiția ca

$$\chi = \chi_{max}$$

$$\frac{\alpha\delta}{F^2} = \psi \quad F_{optim} = \sqrt{\frac{\alpha\delta}{\psi}}. \qquad (12)$$

Cum pentru o rețea dată, ψ, α și δ au valori constante, se poate determina teoretic (cu caracter de aproximație, datorită abstracțiilor făcute în raționament) frecvența optimă a încercărilor preventive.

Determinarea grafică a frecvenței optime de încercări pentru o rețea dată este mai precisă și mai simplă (fig. 8). Din diagrama fig. 6 rezultă pentru un caz anumit diferențele $\chi = \gamma - \gamma_1$, pentru fiecare ordonată. „Îndreptarea" acestora duce la construirea unei curbe (*III*, fig. 8), tangenta verticală a căreia se aplică tocmai în punctul χ_{max}.

Se poate constata astfel că rentabilitatea maximă a încercărilor preventive se obține la o frecvență de încercări F mult mai redusă decît frecvența maximă rentabilă. Cum în general pentru valori reduse ale pierderilor de energie

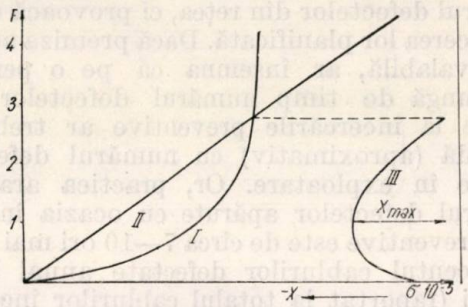


Fig. 8.

E la fiecare defect, frecvența maximă rentabilă este și așa foarte redusă, problema trebuie tratată în acest caz și din punctul de vedere al eficacității tehnice a încercărilor.

*

Din statisticile ce avem la îndemînă referitoare la experiența de încercare preventivă (parțială) a rețelei unui oraș mare, se constată cîteva lucruri și anume:

a) Numărul absolut al defectărilor cablurilor nu este în scădere, ci dimpotrivă manifestă o oarecare tendință de creștere.

b) Procentul de cabluri defectate, din totalitatea cablurilor, neîncercate, încercate cu diverse tensiuni (pînă la un an de la încercare) și al cablurilor defectate la mai mult de un an de la încercare este figurat în tabela 1. Din tabelă rezultă în special că încercarea cu tensiuni reduse sporește întrucîtva numărul defectelor apărute în exploatare. Cifra statistică nu este însă suficient de concludentă, ținînd seama de numărul redus al cablurilor încercate cu această tensiune.

În rest se constată — așa cum se arătase teoretic la început — că încercările de tensiune de ordinul 4—5 U_n produc reducerea procentului de defecte.

Tabela 1

Procent de cabluri defecte față de totalul cablurilor

Cabluri neîncercate de loc	Cabluri încercate la peste un an de la încercare	Cabluri încercate cu 3 U_n (sub un an de la încercare)	Cabluri încercate cu 4 U_n (sub un an de la încercare)	Cabluri încercate cu 5 U_n (sub un an de la încercare)
3,70 %	1,85 %	4,93 %	1,47 %	1,16 %

c) Reducerea numărului de defecte datorită încercărilor efectuate anual rezultă din tabelă că ar fi de ordinul a 50—60 % (reducere aproximativ

la jumătate). Deci, dacă încercările nu ar fi avut loc, echipele de reparații ar fi avut de efectuat un număr dublu (aproximativ) de reparații ale defectelor apărute în exploatare.

În studiul teoretic efectuat în prima parte a prezentului articol se pleca de la premiza — considerată de altfel în literatură — că încercările preventive nu măresc și nici nu reduc numărul defectelor din rețea, ci provoacă numai producerea lor planificată. Dacă premiza aceasta ar fi valabilă, ar însemna că pe o perioadă mai lungă de timp numărul defectelor provocate la încercările preventive ar trebui să coincidă (aproximativ) cu numărul defectelor evitate în exploatare. Or, practica arată că numărul defectelor apărute cu ocazia încercărilor preventive este de circa 7—10 ori mai mare.

Procentul cablurilor defectate anual la încercări (raportat la totalul cablurilor încercate anual) este indicat în tabela 2. Creșterea în timp a acestui procent este explicabilă prin mărirea tensiunii de încercare de la $3\ U_n$ la $5\ U_n$.

Tabela 2

Anul	1955	1956	1957
Procent de defecte la cabluri încercate	25,3	29,5	46,2

Constatarea făcută în practică, că încercările preventive impun reparații la cabluri în volum mai mare are și o oarecare importanță economică (neluată în considerare în calculul din prima parte a studiului, calcul care este deci evident acoperitor); dar, principală este concluzia că încercările preventive duc la mărirea numărului de puncte mai slabe ale rețelei (manșoanele sînt puncte mai slabe decît traseul cablului). Această concluzie este un motiv în plus pentru a nu face încercări preventive la întîmplare, ci a judeca și funda riguros necesitatea încercării unei rețele.

În ceea ce privește necesitatea încercării preventive a rețelei studiate, luate global, din cercetarea diagramei fig. 7 rezultă că încercările preventive ar trebui să aibă o frecvență mult sub 0,5 încercări/an. În adevăr, rețeaua dată are circa 0,03 defecte/tronson-an, iar energia nelivrată medie pentru un defect este de circa 860 kWh/defect.

Curbele *I* și *III* (fig. 6) se referă la rețeaua considerată și arată că eficiența economică a încercărilor preventive pentru această rețea este foarte îndoielnică.

Calculul teoretic în cazul unor frecvențe de încercare foarte mici dă erori foarte însemnate, din cauză că relația $N = f(F)$ nu este riguros hiperbolică, coeficientul α nefiind riguros constant. Urmează astfel, că singura apreciere riguroasă este construirea prin puncte a curbei $\sigma = f(F)$ (fig. 6, curba *III*); în cazul rețelei studiate, curba *III* (fig. 6) nu intersectează dreapta corespunzătoare cheltuielilor pentru încercări preventive, indicînd prin aceasta lipsa de eficacitate economică a încercărilor preventive pentru rețeaua în cauză.

Pînă aici raționamentul a fost efectuat pentru rețea, considerată global. Este însă cazul să se facă anumite diferențieri.

Rețeaua considerată este constituită după următorul principiu: stațiile de transformare coborîtoare alimentează anumite „puncte de alimentare"; din fiecare „punct" pleacă mai multe ramuri distribuitoare, ce alimentează un număr oarecare de posturi de „transformare" înseriate.

Întreruperea unui cablu dintre stație și un punct de alimentare este mai gravă decît întreruperea unui cablu distribuitor. De aceea, siguranța de funcționare a acestor cabluri e normal să difere.

În rețeaua considerată mai trebuie făcută o ultimă diferențiere: în cazul defectării majorității cablurilor distribuitoare, există posibilități de alimentare a consumatorilor pe alte căi; în cîteva cazuri, însă, aceste posibilități nu există; în aceste locuri se impune un grad mărit de siguranță a funcționării.

Apar, deci, înlăuntrul aceleiași rețele trei categorii de cabluri cu caracteristici proprii.

— Cablurile de alimentare, a căror defectare înseamnă pierderi de ordinul a 1 750 kWh/defect.

— Distribuitoarele radiale a căror defectare reprezintă pierderi de ordinul a 3 000—5 000 kWh/defect.

— Restul distribuitoarelor, cu valori reduse ale energiei nelivrate, de ordinul mediei pentru toată rețeaua (aproximativ) 860 kWh/defect.

Pentru fiecare dintre aceste categorii se pot face aprecieri separate în privința încercărilor preventive. Aceste aprecieri vor conduce la concluzia că pentru cablurile de alimentare sînt necesare încercări cu frecvența de maximum $F = 0{,}5$ încercări/an, în timp ce pentru distribuitorii radiali această frecvență poate ajunge pînă la o încercare pe an și mai mult.

Din cele expuse rezultă metoda de determinare a frecvenței încercărilor preventive pentru o rețea oarecare.

1. Se determină numărul de defecte anual, raportat la numărul de tronsoane de cablu existente în rețea.

2. Se determină energia nelivrată medie pentru un defect de cablu.

3. Se determină, din datele încercărilor rețelei (sau din literatură, în lipsa acestor date) relația creșterii numărului de defecte în timp, la cablurile încercate (fig. 2).

4. Cu ajutorul relației anterioare se construiește curba reducerii numărului defectelor în funcție de frecvența încercărilor preventive (similară fig. 5).

5. După determinarea costului încercărilor preventive ale rețelei, se calculează cu ajutorul curbei precedente o curbă similară curbei *I* (fig. 6), apoi se trasează simetrica acesteia —similară curbei *III* (fig. 6)— și se analizează ca în fig. 8 avantajul produs de încercările preventive.

Dacă curba efectelor încercărilor preventive nu intersectează curba costului acestora, rezultă că încercările preventive nu sînt rentabile.

Concluzii

Din analiza unor rezultate practice ale încercărilor preventive și din generalizarea acestor rezultate reies o serie de concluzii:

a) Tensiunea maximă rațională de aplicat cablurilor pentru încercare se află între 6—7 U_n.

b) Din punct de vedere economic, încercarea preventivă a cablurilor în regim periodic permanent se poate justifica numai în urma unui calcul care trebuie să țină seama de anumite particularități ale comportării rețelei. Acest calcul poate fi efectuat și asupra unor porțiuni ale rețelei luate separat de rest, spre a arăta dacă aceste porțiuni — mai însemnate sau mai necorespunzător întreținute decît restul rețelei — nu necesită încercări în regim mai frecvent.

c) Pentru rețelele la care calculele arată că încercările preventive în regim periodic permanent nu se justifică economic, există anumite cazuri speciale în care încercările preventive efectuate în formă de campanii se justifică și devin necesare, din alte considerente decît din considerentul reducerii imediate a numărului de avarii.

Astfel, într-o rețea de cabluri care este necorespunzător exploatată o perioadă îndelungată — reparațiile și schimbările curente se fac la nivel tehnic scăzut, cu materiale necorespunzătoare calitativ și cu o tehnologie inferioară — se creează o pluralitate de puncte slabe care fac ca întreaga rețea să poată fi tratată ca o rețea cu nivel de izolație scăzut (cu toate că cablurile sînt de bună calitate). Într-o astfel de rețea, apariția unui defect însoțit de supratensiuni poate provoca străpungerea altor cîteva puncte slabe în restul rețelei și astfel poate provoca întreruperi masive de consumatori, întreruperi a căror lichidare să necesite timp îndelungat.

În aceste condiții, spre exemplu, este necesară o campanie susținută de încercări preventive însoțită de o campanie de reparații de nivel corespunzător.

După ce întreaga rețea a fost încercată de un număr de două pînă la trei ori, campania de încercări ar putea fi sistată, rămînînd ca defectele izolate ce apar să fie reparate corespunzător.

Alt caz în care apare necesitatea încercărilor preventive la cabluri, este cazul trecerii unor rețele de cablu sau al unor cabluri izolate la tensiuni superioare de funcționare. Aici, pe lîngă alte probe, este necesară încercarea cablurilor cu tensiune mărită, spre a se evita apariția unui număr important de defecțiuni la noul nivel de tensiune. Și aici, în condiții corespunzătoare de întreținere a rețelei, necesitatea încercărilor preventive scade cu timpul.

Al treilea caz de aplicare a încercărilor preventive ar fi încercarea cablurilor imediat după pozare. Cablurile nou pozate pot suferi de o serie de deficiențe de fabricație, care nu sînt neapărat puse în evidență în întregime de probele de uzină; pe lîngă acestea, pot apărea curînd după montare anumite greșeli de montaj care în condițiile exploatării pot fi scoase la iveală de un regim de încercări preventive periodice. După trecerea însă a unui oarecare timp, în care aceste defecte „inițiale" au putut fi remediate în majoritatea lor, și cablurile noi pot trece în regimul celorlalte cabluri, adică în regim ce nu mai necesită încercări periodice.

În afara cazurilor enumerate, mai există desigur și alte cazuri particulare, care implică necesitatea unor campanii de încercări preventive ale cablurilor, campanii care să nu țină seama de dezavantajele economice, întrucît creează foloase însemnate de alt ordin.

*

Din cercetarea făcută reiese deci cu claritate că încercările preventive nu pot fi declarate apriori avantajoase pentru orice rețea de cablu.

Necesitatea încercărilor preventive trebuie temeinic justificată atît din punct de vedere economic, pentru încercările în regim permanent, cît și din punct de vedere al avantajelor tehnice atunci cînd, dintr-un motiv sau altul, se consideră necesară începerea unei campanii de încercări fără a ține seama de considerente economice.

ANEXA 1

Defectele ce nu s-au pronunțat în intervalul dintre apariția lor parțială și prima încercare preventivă ce urmează, pot fi înlăturate la această încercare sau la cea următoare, spre a nu apărea ca defecte în exploatare.

Pentru aceasta este necesară mărirea tensiunii de încercare. Este evident că mărind tensiunea de încercare pînă la valoarea $U_{i\,def}$, ne asigurăm că nici un defect potențial nu va fi ocolit la orice încercare. Totuși, o asemenea mărire a valorii tensiunii de încercare preventivă nu poate apărea ca rațională.

Este necesară căutarea valorii celei mai mici a tensiunii de încercare, care să dea același rezultat.

Din condiția 3 din cuprinsul articolului rezultă că eliminarea la încercări a defectelor pentru care $\tau > T$ este realizată pentru

$$U_{inc} \geqslant U_{(k-1)T}.$$

Întrucît $T = (k-1)\ T$

$$U_{(k-1)T} = \text{cu } U_{i\,def} - \frac{(k-1)\ T}{\tau}\ (U_{i\,def} - U_n). \qquad (4)$$

Din relația (4) reiese că cu cît k este mai mare, $U_{(k-1)T}$ scade. Pentru $k = 1$, cazul general a fost studiat anterior ($\tau < T$).

Pentru cazul $k = 2$, se obține valoarea cea mai mare a lui $U_{(k-1)T}$, valoare care este deci acoperitoare pentru toate celelalte ipoteze ($k = 3, 4, 5 \ldots$).

$$\text{Deci, } U_{inc} = U_T = U_{i\,def} - \frac{T}{\tau}(U_{i\,def} - U_n).$$

Considerînd din relația (3) $\tau = kT$ — caz limită, obținem :

$$U_{inc\,max} = U_{i\,def} - \frac{1}{2}(U_{i\,def} - U_n).$$

Relația aceasta poate fi de altfel obținută pe cale geometrică din diagrama fig. 3. În adevăr, pentru ca nici un defect să nu poată apărea în exploatare din cauza punctelor slabe apărute în intervalul dintre încercările anterioare, este suficient ca dreapta $U_{inc} = \text{const.}$ să treacă prin punctul de intersecție al dreptei ce reprezintă dezvoltarea defectului pentru care $\tau = 2T$ cu dreapta $T = \text{const.}$ (dreapta c, fig.3).

Or, această dreaptă $U_{inc} = \text{const.}$ împarte în două părți egale segmentul $(U_{i\,def} - U_n)$, deci abscisa sa va fi

$$U_{inc} = U_{i\,def} - \frac{1}{2}(U_{i\,def} - U_n).$$

$$\text{Deci, } U_{inc\,max} = \frac{1}{2}(U_{i\,def} + U_n).$$

Bibliografie

[1] Alexeev S. V., *Lupta cu străpungerile electrice ale liniilor de cablu în rețele orășenești* Rev. Elektriceskie Stanții, 1954, nr. 3

[2] Pogarski V. I.: *Analiza defectelor și a profilaxiei liniilor și porțiunilor de cablu.* Rev. Elektriceskie Stanții 1953, nr. 7

[3] Pogarski V. I.: *Despre un nivel rațional al tensiunii de încercare la liniile de cablu de înaltă tensiune* Rev. Elektricestvo 1955, nr. 10

[4] *** *Regulament de utilizare a energiei electrice*

[5] Pogarski V. I.: *Metode de încercări preventive ale liniilor de cablu de înaltă tensiune* Rev. Elektriceskie Stanții 1953, nr. 5

[6] Creemens N. H. și Holding Boldingh W.: *Încercarea preventivă cu tensiune înaltă continuă și localizarea defectelor pe cable* CIGRÉ ses. 1948 rap. nr. 219.

[7] Kibblewhite C.: *Încercarea uzuală la supratensiune a cablurilor de înaltă tensiune.* Journal of the institution of Electrical Engineers, iulie 1936

[8] ***: *Discuții în fața secțiunii de transport de energie a art. C. Kibblewhite* [7] 15 ian. 1936

[9] Cervonenkis I. M.: *Transportul de energie în curent continuu* Ed. Acad. de Științe a U.R.S.S., 1948.

[10] Renne V. T.: *Îmbătrînirea izolației din hîrtie impregnată, în tensiune alternativă și continuă.* Rev. Elektricestvo 1952, nr. 4

[11] Lalander S. și Sandström U.: *Costurile perturbațiilor și influența lor asupra sistemelor energetice* CIGRÉ ses. 1952, rap. nr. 329

[12] Weber H.: *Cercetări asupra numărului și duratei întreruperilor de energie electrică în Berlinul occidental* Elektrizitätswirtschaft, 1957 nr. 18 (septembrie)

ÎNDRUMĂTORUL ENERGETIC

Anexa specială a revistei Energetica — CSR decembrie 1957, 266 p.

621.311.1 (437) (058)

Îndrumătorul energetic este editat de un colectiv format din colaboratorii unor asociații științifice și ai revistei Energetica — CSR.

În cele 14 capitole ale cărții sînt cuprinse diferite noțiuni pentru îndrumarea energeticienilor în domeniul energeticii, generale, precum și date asupra producției de energie, atît în Cehoslovacia cît și pe plan mondial.

Capitolul I se ocupă de formulele organizatorice existente în Cehoslovacia pentru diferitele asociații științifico-tehnice împreună cu toate subsecțiile lor de specialitate. Se indică modalitățile și domeniile de colaborare a acestor asociații cu celelalte instituții științifice, ca Academia de științe, în științele de cercetări etc, precum și planul comun de conferințe. publicații, excursii, valabil pentru anul în curs. În acest capitol este inclus de asemenea și nomenclatorul tuturor asociațiilor de specialitate din U.R.S.S. și din țările de democrație populară.

Colaborarea energeticienilor cehoslovaci cu organele energetice internaționale este ușurată prin indicarea sediilor acestora, precum și prin denumirea lor exactă.

Un alt capitol se ocupă detaliat de îndrumarea energeticienilor în ceea ce privește consultarea revistelor de specialitate din CSR, precum și din alte 17 state, care tratează probleme de energie nucleară, mecanizare, energetică electrotehnică, electrificarea agriculturii etc.

Îndrumătorul conține un bogat material bibliografic privitor la cele mai noi cărți apărute în domeniul energetic în CSR, atît cele originale cît și traduceri din alte limbi.

Se dau îndrumări asupra studiului problemelor energetice sau a celor din domenii înrudite.

Într-un capitol aparte sînt indicate școlile tehnice cu profil energetic, pe regiuni și orașe, cu programele lor analitice. Se indică detaliat școlile tehnice cu cursuri serale, fără frecvență, cele prin corespondență, precum și avantajele materiale pe cale le acordă statul pentru ușurarea accesului în aceste școli. Pentru cei interesați se dau condițiile de admitere atît pentru școlile tehnice superioare din domeniul energetic sau din specialitățile înrudite.

Pentru a veni în ajutorul energeticianului, „îndrumătorul" cuprinde întreaga terminologie de specialitate legiferată. Terminologia cu caracter energetic este explicată pe larg.

Îndrumătorul cuprinde de asemenea, nomenclatorul tuturor brevetelor cu caracter energetic, înregistrate între anii 1952—1956.

Prescripțiunile juridice cuprind toate legile și HCM-urile cu caracter energetic, apărute pînă la 15.IX.1957, care cuprind dispoziții noi sau modificări juridice.

Capitolul consacrat „Securității și igienii muncii" tratează detaliat cauzele și efectele accidentelor de muncă din sectorul energetic. Se redă astfel analiza accidentelor de muncă ivite în cursul exploatări centralelor termo și hidroelecrice în construcția lor, precum și a liniilor de transport. Indicațiile din capitolul „Noile prescripțiuni pentru protecția muncii în centralele electrice" au un important rol pentru practica energetică, precum și noile legi referitoare la prevenirea incendiilor în domeniul energetic.

Îndrumătorul cuprinde toate listele de norme din domeniul energetic valabile de la 1 ianuarie 1957.

O metodă aproximativă pentru determinarea distribuţiei scurgerii pe suprafaţa unui bazin hidrografic

Ing. *S. SOLOMON*

În calculele hidroenergetice relative la potenţialul hidroenergetic de suprafaţă precum şi în cele care urmăresc determinarea potenţialului hidroenergetic al cursurilor de apă, se pune problema determinării distribuţiei scurgerii (debitului specific) pe suprafaţa unui bazin.

Studiile hidrometrice şi hidrologice (bazate pe materiale hidrometrice) se fac însă la un număr restrîns de posturi pe rîurile principale şi pe un număr în general foarte redus de afluenţi. Se obţin din aceste studii valori globale, la posturi, ale scurgerii şi o indicaţie generală asupra repartiţiei scurgerii pe suprafaţa bazinului. O imagine detaliată a scurgerii superficiale, care să stea la baza calculelor energetice nu se poate însă obţine decît prin corelarea datelor obţinute la posturi cu caracteristicile fizico-geografice ale bazinului, care să permită trasarea curbelor de egal debit specific (izomodulelor) nu ca o oglindire a distribuţiei globale, ci ca o oglindire a condiţiilor fizico-geografice ale fiecărei părţi a bazinului.

La noi în ţară s-a încetăţenit procedeul corelării debitelor specifice la posturi cu precipitaţiile medii din bazinul respectiv trasîndu-se apoi — în baza corelaţiei obţinute şi a izohietelor — izomodulele bazinului cercetat. Procedeul ridică obiecţiuni importante şi anume :

a) Cunoaşterea precipitaţiilor este foarte slabă la noi în ţară, datorită amplasării necorespunzătoare a staţiilor climatologice, duratei insuficiente de studiu, defecţiunilor de observaţii etc.

b) Determinarea distribuţiei precipitaţiilor în bazin se face de asemenea pe cale indirectă, corelînd mărimea stratului de precipitaţii cu altitudinea, ceea ce ne conduce de fapt în final la obţinerea unei corelaţii între debitele specifice şi altitudine, care nu poate fi socotită acceptabilă decît ca o indicaţie cu totul generală.

c) În cadrul unui bazin dat, în funcţie de o serie de alţi factori, pentru o aceeaşi precipitaţie putem avea o gamă largă de debite specifice.

d) Curbura importantă pe care o are de obicei corelaţia precipitaţii — debite specifice face ca utilizarea ei pentru determinarea elementelor punctuale să conducă la erori mari (prin interpolare) deoarece corelaţia a fost determinată pe baza elementelor globale. Aceasta provoacă de regulă şi necesitatea aplicării unor „ajustări" ale izomodulelor trasate pe baza corelaţiei amintite, ceea ce implică utilizarea unor mari cantităţi de muncă în planimetrările de verificare, reajustare etc. pentru obţinerea valorilor globale de control la posturile hidrometrice.

În cele ce urmează se propune un procedeu pentru determinarea distribuţiei debitului specific pe un bazin hidrografic, care fără a putea conduce la rezultate exacte permite pe de o parte să corelăm într-un mod judicios fenomenul de o serie de factori genetici şi pe de altă parte să simplificăm operaţiile de determinare a distribuţiei debitului specific.

Procedeul este indicat în deosebi pentru calculele hidroenergetice privind potenţialul de suprafaţă, deoarece foloseşte în afara datelor privind împădurirea bazinelor date privind înălţimile şi pantele versanţilor bazinelor, date necesare în orice caz pentru alte calcule ale potenţialului hidroenergetic de suprafaţă.

De asemenea procedeul propus elimină corelarea cu factori care prezintă incertitudine, punînd direct în legătură elementele hidrologice cu caracteristicile reliefului şi împăduririi bazinului, factori care se pot determina cu uşurinţă şi suficient de riguros.

*

Metoda propusă, de determinare a distribuţiei debitelor specifice pe bazin, se bazează pe următoarele considerente :

1. Pentru un bazin dat (în unele cazuri o regiune dată) există o serie de caracteristici fizico-geografice determinante ale scurgerii care variază cu altitudinea într-un singur sens :

— precipitaţiile cresc cu altitudinea, deci şi debitul specific ;

— deficitul de umiditate şi evaporaţia scad cu altitudinea, deci debitul specific creşte ;

— în linii mari odată cu altitudinea creşte şi impermeabilitatea solurilor şi rocilor (deşi aici se pot observa abateri mari).

În concluzie este de aşteptat ca debitul specific să crească odată cu altitudinea şi această creştere să oglindească influenţa unor factori climatologici de primă importanţă, precum şi — parţial — a unor factori geologici.

2. Viteza de scurgere pe versanţii bazinului are o influenţă destul de mare asupra valorii debitelor specifice. În cazul unor viteze mici se favorizează infiltraţia (care reprezintă o pierdere pentru debitul specific superficial, dar care poate reapare în albie parţial), dar şi evaporaţia care reprezintă o pierdere definitivă. Viteza de scurgere pe versanţi este proporţională cu radicalul pantei. Este deci de aşteptat ca debitul specific superficial să varieze proporţional cu radicalul pantei versanţilor bazinului.

3. O influență apreciabilă asupra scurgerii o are vegetația și în primul rînd pădurile. Influența pădurilor asupra debitelor maxime (în sensul atenuării lor) cît și asupra debitelor minime (în sensul sporirii lor) este un fapt cunoscut și acceptat în general. Influența pădurilor asupra debitului mediu este o problemă încă discutată, existînd păreri care susțin că pădurile favorizează micșorarea debitelor specifice medii, dar și păreri care apără punctul de vedere contrar. Faptul este explicabil, cunoscînd că pe de o parte, pădurile :

— micșorează evaporația la suprafața solului și

— favorizează producerea unor precipitații medii mai mari (fapt insuficient demonstrat pînă azi) ceea ce conduce la sporirea debitelor medii specifice.

Pe de altă parte însă :

— micșorează viteza de scurgere și măresc infiltrațiile, care alimentează numai într-o mică măsură pînzele subterane, majoritatea cantității de apă mergînd la evapo-transpirație, care sporește mult în pădure,

— rețin o cantitate de precipitații pe frunze, care se evaporă fără a atinge solul, ceea ce conduce la scăderea debitelor medii specifice și

— micșorează viteza de topire a zăpezii, sporind posibilitățile de infiltrație.

Din analiza datelor hidrologice de care s-a dispus, s-a ajuns la concluzia că factorii care conduc la scăderea debitelor specifice în pădure au o influență mai mare decît cei care tind la sporirea debitelor specifice, astfel încît influența suprafețelor împădurite să se manifeste proporțional cu expresia :

$$C_p = \frac{1}{\sqrt{1+p}}$$

în care p este raportul dintre suprafața bazinului împădurit și suprafața totală a bazinului*).

Cu elementele de mai sus se ajunge la o relație de forma :

$$q_m = f\left(H, \sqrt{i}, \frac{1}{\sqrt{1+p}}\right)$$

relație care în cazurile concrete ale cîtorva bazine din R.P.R. studiate de autor a luat forma :

$$q_m = a\, H_m \sqrt{i}\, \frac{1}{\sqrt{1+p}} + b$$

în care a și b reprezintă parametrii variabili de la un bazin la altul, oglindind particularități ale bazinului care nu sînt cuprinse în H_m, i și p (ca variația corelației între precipitație și altitudine de la un bazin la altul, variația condițiilor de alimentare subterană etc.).

Astfel pentru bazinul Jijia-Bahlui s-a obținut relația :

$$q_m = 0{,}049\, H \sqrt{i}\, \frac{4}{\sqrt{1+p}}$$

în care :

H este luat în m ;
i — în m/m ;
p — în km²/km² ;
q — în l/s·km².

Pentru zona din sud-vestul țării înglobînd bazinele Timiș, Bega, Bîrzava, Caraș, Nera s-a găsit :

$$q_m = 0{,}0465\, H \sqrt{i}\, \frac{1}{\sqrt{1+p}}.$$

Faptul că în cele două cazuri s-a găsit o valoare puțin diferită pentru a și b*) nu ne poate duce de sigur la concluzia că aceste valori pot fi adaptate în oricare regiune a țării și determinarea lor trebuie făcută pentru fiecare bazin în parte, pe baza datelor obținute din măsurătorile și observațiile directe. Cu toate acestea, pentru calculele orientative formula poate fi utilizată cu coeficienții determinați mai sus.

*) Existența unei astfel de influențe „negative" a pădurilor asupra debitului mediu specific nu trebuie însă să ne facă să uităm rolul lor pozitiv extrem de important în atenuarea viiturilor și în sporirea debitelor minime, menționate mai sus, dar mai ales în protecția solului împotriva eroziunii.

*) b fiind nul în ambele cazuri.

Bibliografie

[1] Armand D. L. : *Procese de eroziune antropogene* (din lucrarea „Eroziunea agricolă și lupta contra ei" editată de Academia de Științe a URSS — Moscova 1955).

[2] Arghiriade C. și Abagiu P. : *Contribuții la studiul scurgerilor de suprafață în diferite condiții de relief, sol și vegetație.* Revista pădurilor nr. 9/1955.

[3] Rutter A. J. : *Efectele despăduririi asupra precipitației și scurgerii* — Water ard Water Enginieering, vol. 62. nr. 745/martie 1958.

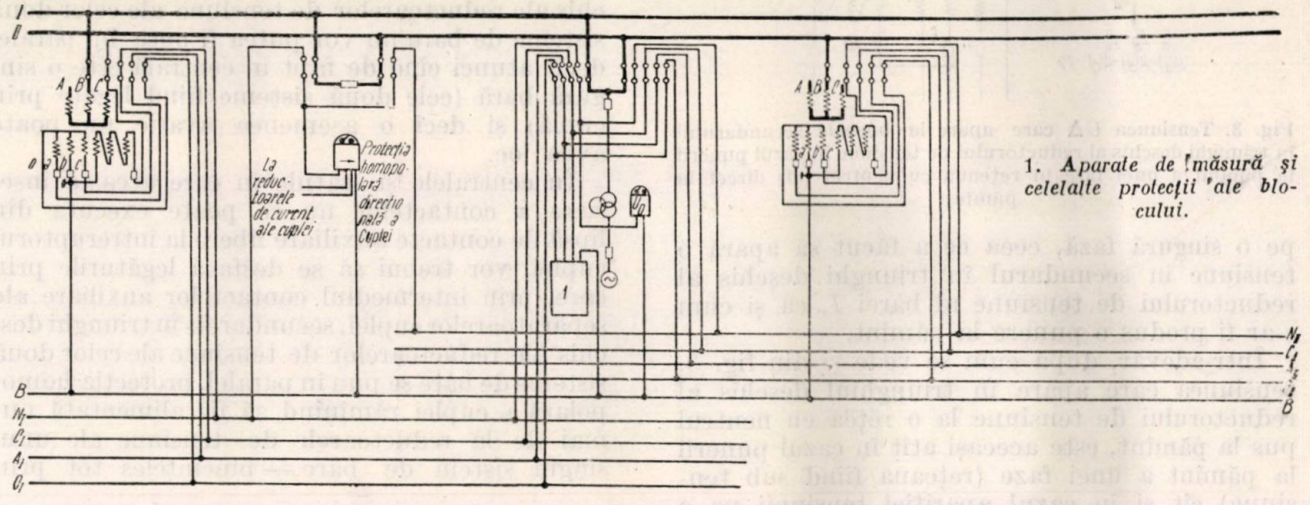
Schema protecţiei homopolare direcţionale a cuplei între bare

Ing. *I. CHENZBRAUN*

La o centrală electrică avînd staţia principală de 110 kV a avut loc o avarie care a dus la declanşarea tuturor întreruptoarelor de 110 kV ale blocurilor generator-transformator, ca urmare a felului greşit în care s-a conceput realizarea schemei protecţiei cuplei între bare.

pendent de poziţia întreruptorului) dar într-un asemenea caz cele două sisteme de bare formează de fapt un singur sistem, ceea ce nu se întîmplă cînd cupla are întreruptorul deschis şi separatoarele închise (situaţie normală în exploatare).

Ţinînd seama de cele de mai sus, se poate



1. *Aparate de măsură şi celelalte protecţii ale blocului.*

Fig. 1. Schema alimentării aparatelor de măsură şi protecţie cu tensiunile de fază şi homopolare prin bloccontactele separatoarelor.

Această defecţiune din circuitele secundare ale cuplei consta în următoarele :

După cum se ştie, releele de protecţie şi aparatele de măsură ale fiecărei celule primesc tensiunea alternativă de la reductoarele de tensiune de pe bare (tensiunile fazelor cît şi tensiunea homopolară de la triunghiul deschis al reductoarelor de tensiune) nu direct, ci prin intermediul contactelor auxiliare ale separatoarelor celulei respective, pentru a primi totdeauna tensiunea barei la care e conectată celula.

În centrala în cauză, cupla dintre barele de 110 kV este prevăzută cu o protecţie homopolară direcţională. Circuitele de tensiune homopolară ce alimentează această protecţie — şi care sosesc de la secundarele în triunghi deschis ale celor două reductoare de tensiune de pe sistemul *I* şi sistemul *II* de bare — o alimentează nu direct, ci prin contactele auxiliare ale separatoarelor de bare respective ale cuplei (de fapt doar cîte un singur fir, celălalt fiind comun — legătura la pămînt — vezi fig. 1).

Datorită acestei scheme, este evident că secundarele în triunghi deschis ale reductoarelor de tensiune ale ambelor sisteme de bare se pun în paralel atunci cînd ambele separatoare ale cuplei sînt închise, independent de faptul că întreruptorul cuplei este sau nu închis.

Acelaşi lucru se întîmplă şi cînd ambele separatoare ale oricărei alte celule sînt închise (înţelege uşor avaria care s-a produs în felul următor (vezi fig. 2).

Toate grupurile, transformatoarele şi plecările din centrală erau conectate la sistemul *II* de bare de 110 kV, pe sistemul *I* fiind conectată doar linia L_1 de interconexiune, în centrală făcîndu-se pregătirile de sincronizare între cen-

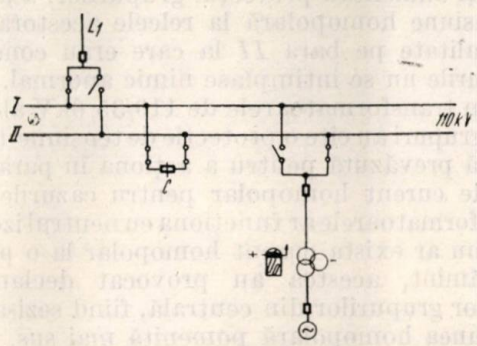


Fig. 2. Schema circuitelor primare la pregătirea efectuării paralelului.

trală şi linia L_1, prin cuplă. Se aştepta primirea tensiunii pe linie şi deci pe sistemul *I* de bare (întreruptorul liniei L_1 fiind închis), pentru ca după realizarea condiţiilor de sincronizare să se închidă întreruptorul cuplei şi astfel să se pună în paralel centrala cu sistemul energetic (ambele separatoare ale cuplei fiind evident închise).

În această situație, la închiderea întreruptorului liniei L_1 în celălalt capăt al ei (de unde trebuia să se dea spre centrala noastră tensiune), acesta s-a închis doar pe o singură fază datorită unor defecțiuni mecanice. În felul acesta, pe sistemul de bare *I* al centralei a apărut tensiune

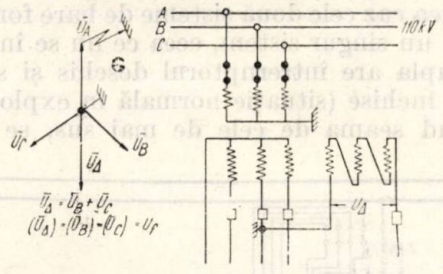


Fig. 3. Tensiunea $U\Delta$ care apare la bornele secundarului în triunghi deschis al reductorului de tensiune în cazul punerii la pămînt a unei faze în rețeaua cu neutrul pus direct la pămînt.

pe o singură fază, ceea ce a făcut să apară o tensiune în secundarul în triunghi deschis al reductorului de tensiune al barei *I*, ca și cum s-ar fi produs o punere la pămînt.

Într-adevăr, după cum se vede și din fig. 3, tensiunea care apare în triunghiul deschis al reductorului de tensiune la o rețea cu neutrul pus la pămînt, este aceeași atît în cazul punerii la pămînt a unei faze (rețeaua fiind sub tensiune) cît și în cazul apariției tensiunii pe o singură fază a rețelei. Tensiunea ce apare în ambele cazuri este egală cu tensiunea pe fază a rețelei.

Cum prin contactele auxiliare ale separatoarelor cuplei, circuitele de tensiune homopolară ale sistemului *I* de bare (respectiv cele două barete la care se culege tensiunea secundarului în triunghi deschis) erau în paralel cu circuitele de tensiune homopolară ale sistemului *II* de bare și alimentau protecția grupurilor, a apărut o tensiune homopolară la releele acestora, deși în realitate pe bara *II* la care erau conectate grupurile nu se întîmplase nimic anormal.

Cum transformatoarele de 110/35/6kV ale acestor grupuri au cîte o protecție de tensiune homopolară prevăzută pentru a acționa în paralel cu cea de curent homopolar pentru cazurile cînd transformatoarele ar funcționa cu neutrul izolat și deci nu ar exista curent homopolar la o punere la pămînt, acestea au provocat declanșarea tuturor grupurilor din centrală, fiind sezisate de tensiunea homopolară pomenită mai sus.

Trebuie observat că această protecție homopolară a grupurilor este de fapt o protecție de rezervă pentru cele ale liniilor și că în general are deci un timp de lucru mai mare decît acestea. Protecțiile homopolare ale liniilor sînt însă întotdeauna — atunci cînd sînt prevăzute asemenea protecții — protecții de curent sau direcționale. În cazul avariei de față, însă, curent homopolar nu exista și deci protecția liniei L_1 nu a lucrat. Măsura luată pentru evitarea repetării unor asemenea avarii, măsură valabilă și pentru toate centralele sau stațiile în care schema circuitelor secundare de tensiune homopolară e realizată așa cum s-a descris mai sus, constă în următoarele :

Circuitele de tensiune homopolară de la fiecare reductor de tensiune care alimentează protecția cuplei se trec nu numai prin contactele auxiliare ale separatorului cuplei aparținînd barei respective, ci și în serie prin contactele auxiliare ale întreruptorului cuplei (fig. 4).

În felul acesta, secundarele în triunghi deschis ale reductoarelor de tensiune ale celor două sisteme de bare nu vor putea fi puse în paralel decît atunci cînd de fapt în centrală este o singură bară (cele două sisteme fiind legate prin cuplă) și deci o asemenea avarie nu poate avea loc.

În centralele și stațiile în care această înseriere a contactelor nu se poate executa din lipsă de contacte auxiliare libere la întreruptorul cuplei, vor trebui să se desfacă legăturile prin care, prin intermediul contactelor auxiliare ale separatoarelor cuplei, secundarele în triunghi deschis ale reductoarelor de tensiune ale celor două sisteme de bare se pun în paralel, protecția homopolară a cuplei rămînînd să fie alimentată numai de la reductoarele de tensiune ale unui singur sistem de bare — bineînțeles tot prin

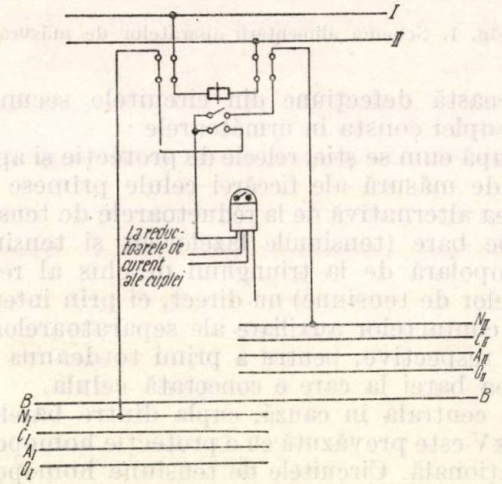


Fig. 4. Trecerea circuitelor de tensiune homopolară ce alimentează protecția cuplei între bare prin bloccontactele întreruptorului acesteia.

Obs. Acolo unde nu există decît un singur contact auxiliar liber la întreruptor, se poate trece doar una singură dintre legături prin acest contact, cealaltă mergînd direct la releu, căci paralel tot nu se poate realiza decît prin închiderea întreruptorului.

contactele auxiliare ale separatorului cuplei pentru bara respectivă.

Circuitele secundare prin care această punere în paralel avea loc nu trebuie desființate, ci doar întrerupte, pentru ca în cazurile — extrem de rare care pot apărea în exploatare — în care ar trebui folosită cupla, iar celula reductorului de tensiune la care este conectată protecția acesteia ar fi indisponibilă, să se poată face legătura la celula celuilalt reductor.

Energetica R. P. Chineze

1. Resursele hidroenergetice

Teritoriul Chinei de 9 898 000 km² și 620 milioane locuitori este foarte interesant din punct de vedere hidraulic. Încă în antichitate se folosea apa pentru irigații, desecări, alimentări, forță motrică și altele, nivelurile apei se înregistrau prin mire cioplite din piatră încă de acum 2 500 de ani, cînd Li Ping a construit și sistemul de irigații din Sechnan de 300 000 ha, precum și canale navigabile.

Marele canal răsăritean de 900 km lungime, cu brațe secundare pe alți 1 500 km, a fost construit parțial în secolul al VII-lea și terminat în secolul XIII sub Kubilai Chau. Roțile hidraulice și timpanele de pompare erau folosite cu zecile de mii încă cu 2 300 de ani în urmă. Cît de înaltă era tehnica chineză rezultă de exemplu din operele scrise de Pan CH în anul 1590, care conțineau 14 volume despre regularizarea fluviului galben Huangho.

a) **Rețeaua hidrografică** se compune din cinci sisteme distincte :

— sistemul de NE, cu fluviul Amur și afluenții — dintre care Sungari este cel mai mare — și din fluviile Liaoho, Ialu, ca și alte rîuri ;

— sistemul central și răsăritean cuprinde fluviile uriașe Yangtse și Huangho, Hai, Huai, Cietang și altele ;

— sistemul meridional cu fluviul pustelor Ciukiang și numeroase rîuri spre coastele oceanului între Shangai și Kanton Hanai ;

— sistemul tibetan și la sud-est de acesta cuprinde Mekong, Saluen, Tsangpo (trecînd în India se numește Brahmaputra) și altele ;

— sistemul din stepele de nord-vest cu rîurile Tarim, Irtiș și numeroase rîuri care se termină în lacuri sărate și în nisipurile pustiului.

b) **Date meteorologice.** Monsunul separă climatul în aprilie și în septembrie. Vara, monsunul suflă spre vest și nord-vest, cu mari cantități de precipitații frontale în lunile mai-august, care se întind pînă la nord de bazinul Yangtse.

Monsunul de iarnă bate spre răsărit și este uscat, așa că precipitațiile se concentrează iarna spre zona de coastă. Peste monsun se suprapun Pasatele și Antipasatele ca efect secundar.

În zona Tibetului și cea la nord-vest de Canton, precipitațiile variază între 2 000—4 000 mm/an, în bazinele Yangtse și Ciukiang 2 000—2 500, scăzînd la nord, astfel că în pustiurile nord-vest avem numai 50—150 mm/an.

c) **Date hidrografice.** Enumerînd bazinele de la nord-est în sensul ceasornicului avem :

1. *Heilungkiang* (Amur) cu lungimea $L = 4\,350$ km, din care 1 500 km ca și alți 500 km de pe afluentul Argun formează frontiera cu U.R.S.S. Bazinul de recepție $S = 1\,800\,000$ km² are în medie $h = 800$ mm/an și debitele $Q_m = 8\,500$, $Q_1\% = 80\,000$, $Q_{99\%} = 1\,050$ m³/s, corespunzînd specificului lui $q_m = 4{,}72$ l/s km² și stocului multianual $V_a = 268{,}26$ miliarde m³/an.

Debitul solid de $G = 2\,170$ milioane t/an dă specific $g = 8{,}09$ kg/m³.

2. *Haiho*, cu afluenții Yungtingho, Tsaya și alții, are $L = 585$ km, $S = 240\,000$ km² $h = 343$ mm/an, $Q_m = 460$, $Q_{1\%} = 4\,000$, $Q_{99\%} = 13$ m³/s, $q_m = 1{,}92$, $V_a = 14{,}52$, $G = 70$ și $g = 48{,}21$ kg/m³.

3. *Huangho* are $L = 4\,845$ km, $S = 745\,000$ km², $h = 450$ mm/an, $Q_m = 1\,380$, $Q_{1\%} = 22\,000$, $Q_{99\%} = 145$ m³/s, $V_a = 43{,}55$, $q_m = 1{,}85$, $G = 1\,500$ și $g = 34{,}44$ kg/m³.

4. *Huahaio*, are $L = 1\,087$ km ; $S = 200\,000$; $h = 770$ mm/an ; $Q_m = 820$, $Q_{1\%} = 26\,500$, $Q_{99\%} = 21$ m³/s ; $q_m = 4{,}1$; $V_a = 25{,}88$; $G = 18$ și $g = 0{,}7$ kg/m³.

5. *Yangtsekiang*, cel mai mare fluviu al Chinei, are $L = 5\,590$ km, $S = 1\,830\,000$ km², $h = 1\,600$ mm/an, $Q_m = 32\,300$, $Q_1 = 92\,000$, $Q_{99} = 6\,000$ m³/s, $q_m = 17{,}65$, $V_a = 1\,019$, $39 \cdot 10^9$ m³/an (de 5 ori Dunărea), $G = 1\,200$ milioane t/an și $g = 1{,}18$ kg/m³.

6. *Ciukiang* (fluviul perlelor), are $L = 1\,790$ km, $S = 348\,000$ km₂, $h = 1\,532$ mm/an, $Q_m = 7\,400$, $Q_1 = 71\,500$, $Q_{99} = 960$ m³/s, $q_m = 21{,}26$, $V_a = 233{,}54$, $G = 25$ și $g = 0{,}11$ kg/m³.

7. *Mekong* are 4 200 km lungime, din care 2 100 curs superior curge pe teritoriu chinez, cu $S = 795\,000$ km², $h = 1\,550$ mm/an, $Q_m = 15\,960$, $Q_1 = 60\,000$, $Q_{99} = 1\,700$ m³/s, $q_m = 20{,}08$, $V_a = 503{,}7$ miliarde m³/an, $G = 80$ și $g = 0{,}16$ kg/m³.

8. *Saluen* are $L = 2\,000$ km, din care 80% pe teritoriu chinez, $S = 325\,000$ km², $h = 1\,800$ mm/an, $Q_m = 9\,500$, $Q_1 = 44\,000$, $Q_{99} = 900$ m³/s, $q_m = 29{,}23$, $V_a = 299{,}82$, $G = 290$ și $g = 0{,}97$ kg/m³.

9. *Tsangpo*, cu $L = 2\,900$ km, $S = 938\,000$ km², are în Tibetul chinez 380 000 km², $h = 1\,450$ mm/an, $Q_m = 12\,100$, $Q_1 = 75\,000$, $Q_{99} = 420$ m³/s, $q_m = 12{,}9$, $V_a = 381{,}88$, $G = 1\,800$ și $g = 4{,}71$ kg/m³.

Toate datele se referă la punctul de vărsare al fluviilor.

d) **Potențialul hidroenergetic.** Inventarierea potențialului încheiată de Ministerul electrificării din R.P. Chineză în anul 1955 se bazează pe puterea teoretică însemnată pe toate cursurile de

apă, $P = 0{,}0098\ \Sigma\ (Q_i\ \Delta L)$ MW, așa cum arată tabela 1.

Tabela 1

Sistemul hidrografic	P_m	$P_{50\%}$	$P_{95\%}$ MW
Yangtse	217 000	144 900	42 200
Tsangpo	117 200	70 400	16 500
Mekong, Saluen etc.	90 600	53 600	12 300
Huangho (fluviul galben)	32 700	24 000	8 500
Ciukiang (fluviul perlelor)	28 500	16 500	4 600
Hnai și rîuri între Yangtse și Ciukiang	20 400	12 400	3 800
Amur, Laio, Yaln etc.	18 900	9 700	1 300
Tasim, Irtis, Caruen și alte rîuri la N de Tibet	17 500	12 700	4 600
Hai și afluenții la Peking	1 200	900	200
Total	544 000	345 100	94 000

La compensație totală în lacuri (caz ideal), producția teoretică este de 4 765 miliarde kWh/an. Ținînd seama de gradul imperfect de amenajare a schemei, apoi de randamentele hidraulice, mecanice și electrice, producția reală, deci tehnic amenajabilă, este de circa 2 300 miliarde kWh/an (3 710 kWh/an și locuitor, față de 1 700 la noi).

2. Dezvoltarea energeticii

În afară de resursele hidroenergetice mai sus expuse, R.P. Chineză are și importante rezerve de cărbuni. Petrolul și lemnul nu joacă un rol important în balanța purtătorilor energetici, întrucît producția de petrol nu este prea mare, iar pădurile Chinei nu sînt prea întinse. După resursele de cărbune care se cifrează la peste 1 000 milioane tone, China ocupă un loc de frunte în lume. Cu toate rezervele de cărbuni mari, producția de cărbuni a Chinei înainte de eliberare, era foarte mică și reprezenta în anul 1942 doar 61,8 milioane tone, iar în momentul eliberării (1949) ea scăzuse la 27,8 milioane tone. În anul 1952, producția de cărbune a Chinei a fost de 63,5 milioane tone, iar după primul plan cincinal (1953—1957) ea a crescut la 120 milioane tone.

a) **Istoricul dezvoltării.** Pînă la eliberare, energetica, ca și întreaga industrie chineză, a fost supusă intereselor companiilor capitalului străin. Prima centrală electrică a fost construită în anul 1882 în orașul Sanhai. După 50 de ani de la construirea primei centrale electrice, adică în anul 1932, puterea instalată era de 750 MW iar producția de energie electrică anuală era de 2 miliarde kWh. În această perioadă, puterea instalată aparținînd companiilor străine era de aproximativ 60% din puterea total instalată. După ocuparea de către japonezi a părții nord-estice (Manciuria), în anul 1932, ritmul de dezvoltare a energeticii a crescut, fapt ce se explică prin intensificarea exploatării bogățiilor naturale ale acestei regiuni, unde s-au dezvoltat mari industrii metalurgice și chimice. În anul 1936, puterea instalată în centrale electrice era de 1,15 milioane kW, din care circa 45% se găsea în zona nord-estică. În anul 1944, înaintea capitulării Japoniei imperialiste, puterea instalată era de 3,15 milioane kW și împărțirea ei pe companii capitaliste se arată în tabela 2.

Tabela 2

Țara	Japonia	U.S.A.	Anglia	Franța	Belgia	China
Puterea instalată, MW	2 352	184	49	34	22	508
% din puterea instalată	74,8	5,8	1,5	1,1	0,7	16,1

În urma distrugerilor provocate de către cel de al doilea război mondial și de către războiul civil de eliberare, puterea utilizabilă a centralelor electrice în momentul proclamării R.P. Chineze (10 octombrie 1949) scăzuse la 1 850 MW. Puterea medie a centralelor electrice era de 7 MW, iar puterea medie pe turboagregat era de 3,8 MW. Turboagregatele cu presiunea aburului sub 25 ata reprezentau 86%, pînă la 40 ata numai 13% și doar un singur agregat avea presiunea aburului de 87 ata. De la eliberare s-au depus eforturi mari pentru dezvoltarea și organizarea gospodăriei energeticii. Producția de energie electrică anuală se cifrează după cum se arată în tabela 3.

Tabela 3

Anul	1941	1949	1952	1957	1958 (plan)
Producția, miliarde kWh	5,95	4,3	7,8	19	24,6

Puterea instalată a centralelor electrice ale Chinei a crescut de la 1 850 MW, cît era în anul 1949, la 4 300 MW în 1957, deci o creștere medie anuală de 16%. Centralele termoelectrice reprezintă 77,2%, iar restul sînt centrale hidro. Din puterea nouă instalată de 2 285 MW, 1 550 MW reprezintă puterea instalată în centrale termo, iar 735 MW în centrale hidro.

În cel de al doilea plan cincinal 1958—1962, sînt prevăzute creșterea producției energiei electrice la 46 milioane kWh și creșterea mai mult de dublu a puterii instalate atinse în primul plan cincinal.

b) **Înzestrarea și exploatarea centralelor electrice.** Nivelul tehnic al energeticii chineze în anii puterii populare, și mai ales în anii primului plan cincinal, a crescut la 34 MW, iar puterea medie pe turboagregat a ajuns la 10 MW. După

puterea unitară numărul de generatoare electrice se grupează ca în tabela 4.

Tabela 4

Puterea unitară	Sub 6 MW	De la 6 la 20 MW	De la 20 la 50 MW	Peste 50 MW
Nr. generatoarelor	400	132	32	16
% din nr. total	24,7	32	18,6	24,7

După presiunea aburului, cazanele se grupează ca în tabela 5.

Tabela 5

Presiunea aburului	Nr. de cazane	% din total	Prod. totală de aburi, t/h	% din total
Sub 20 ata	188	48,6	2 448	21,6
20—60 ata	192	49,6	9 071	68,4
Peste 60 ata	7	1,8	1 311	10
Total	387	100	13 230	100

81,4% din cazane au o producție de abur mai mică de 50 tone/oră, dar sînt cîteva zeci de cazane cu o producție de 100—200 tone/oră și mai mare. Temperatura aburului supraîncălzit ajunge la 520°C. În opt ani de putere populară, energeticienii chinezi au depus o muncă susținută pentru organizarea exploatării centralelor și rețelelor electrice, cum și pentru îmbunătățirea indicilor tehnico-economici. S-au introdus norme tehnice de exploatare a centralelor, rețelelor și stațiilor electrice, norme de tehnica securității, comanda unică prin dispecer, s-au organizat laboratoare electrice, termotehnice și chimice pe lîngă centrale și puncte energetice, s-au organizat diverse cursuri de calificare și ridicarea calificării personalului care lucrează în domeniul energeticii.

c) **Rețele electrice și sisteme energetice.** Lungimea rețelelor electrice la tensiunea de 22—220 kV este de aproximativ 18,5 mii km. La 1 ianuarie 1955, liniile de înaltă tensiune după tensiune și caracterul stîlpilor de susținere se grupau după cum se arată în tabela 6.

Din tabela 6 se vede că în rețelele electrice sînt folosite tensiuni foarte diferite ca rezultat al unei dezvoltări neorganizate.

Toate rețelele construite în ultimii ani sînt pentru tensiunile 35, 110 și 220 kV. În anii primului plan cincinal s-au dat în exploatare peste 5 000 km linii pentru tensiunile de 35—220 kV și în majoritatea lor susținute pe stîlpi de beton armat.

Cel mai puternic sistem energetic din R.P. Chineză este sistemul de nord-est cu o putere instalată în centrale de peste 1 500 MW și cu linii magistrale de interconexiune între centrale de 154 kV (1 450 km) și 220 kV (1 400 km). Sistemul are peste 7 000 km linii de distribuție la tensiunile de 22—66 kV. Acest sistem unește toate orașele mari din nord-estul Chinei și anume : Harbin, Kirmi, Tian-Tin Mukden, Fușin, Arșan și Dalni. Două sisteme energetice, adică sistemul Pekin și sistemul Sanhai, au cîte o putere instalată de aproximativ 350 MW și liniile magistrale de interconexiune de 110 kV. Sistemele energetice ale celorlalte raioane au cîte o putere instalată în jur de 100 MW și liniile magistrale de interconexiune de 100 kV. Se prevede ca la sfîrșitul celui de al doilea plan cincinal, circa 80% din puterea instalată în centralele din R.P. Chineză să fie unite în șase sisteme energetice puternice și anume : nord-est, nord, Sanhai, Ohanski, Saumînsia și Saciunschi.

Tabela 6

Tensiunea, kV	Lungimea rețelei de înaltă tensiune, km				
	Stîlpi de lemn	Stîlpi de beton armat	Stîlpi de metal	Total	% din total
22	3 661	198	416	4 275	29
33	1 555	734	182	2 471	17
44	712	48	701	1 461	9
66	1 794	433	1 179	3 406	23
77	122	204	—	326	2
110	229	120	90	439	3
154	—	—	1 145	1 145	8
220	—	—	1 409	1 409	9
Total km:	8 073	1 737	5 122	14 913	100

Bibliografie

[1] *** : Ministerul Electrificării din R.P. Chineză : *Inventarierea potențialului hidroenergetic*, 1955.

[2] Rácz I. : *Uj Kina vizgazdalkodasarol*, Vizügyi Közl. Nr. 2/1958, Budapest.

[3] Köppen W. : *Atlas Climatic of China*.

[4] *** Energohoziaistvo za rubejom Gosjergoizdat Nr. 3, 1958.

Prof. Dorin Pavel și ing. V. Munteanu

Academician profesor CONSTANTIN I. BUDEANU

În ziua de 27 februarie 1959, s-a stins din viață academicianul profesor Constantin I. Budeanu, figură reprezentativă a științei și tehnicii electrotehnice și energetice românești.

Născut la 16 februarie 1886 în Buzău, tînărul C. Budeanu face studii strălucite la liceul din Galați pe care îl termină în 1903 ca premiant I.

Între 1903-1908, urmează Școala Națională de Poduri și Șosele fiind fruntaș la învățătură.

Fiind atras de domeniul nou al electricității, obține prin concurs o bursă a Academiei Române și urmează în 1908—1909 Școala Superioară de Electricitate din Paris, avînd ca profesor pe renumitul Paul Janet.

Lucrează în 1909—1910 la fabrica germană de mașini electrice AEG și apoi la uzinele electrice din Berlin, pentru ca apoi să activeze timp de 50 de ani în domeniul energiei electrice.

Întors în țară, între 1910—1919, lucrează la Atelierele Griviția-CFR ca inginer electromecanic la uzina electrică și se ocupă de problema iluminatului electric al vagoanelor de cale ferată.

Din 1919 pînă în 1921 este director tehnic la Societatea Tramvaielor București, ocupîndu-se de problema dificilă a transporturilor în comun în orașul București, a cărui populație se dublează după primul război mondial.

Între anii 1921—1931, are funcția de director tehnic la Societatea „Electrica", cea mai mare întreprindere de electricitate din acea vreme din țara noastră, ocupîndu-se în special de deservirea cu energie electrică a regiunii petrolifere de pe valea Prahovei și din marile orașe învecinate.

De la 1931 pînă în 1948, ocupă funcția de consilier tehnic la Societatea „Creditul pentru Întreprinderi Electrice" în cadrul căreia s-a dezvoltat electrificarea în mai multe centre industriale orășenești și rurale din țara noastră.

Între 1926 și 1948, inginerul C. Budeanu a fost secretar general al Institutului român pentru studiul și folosirea izvoarelor de energie (IRE), una dintre primele organizații de cercetări științifice în domeniul energetic.

Din 1939 era membru corespondent al fostei Academii Române, în 1948 este ales membru activ al Institutului de Studii Romîno-Sovietic, iar în 1955 este ales membru titular al Academiei Republicii Populare Române.

Atras de timpuriu de munca în învățămîntul superior, ing. C. Budeanu se încadrează în anul 1916 ca asistent la cursul de electricitate, predat de prof. N. Vasileseu-Carpen, la Școala de Poduri și Șosele din București.

Conferențiar în anul 1920, el devine profesor în 1926 și profesor șef de catedră în 1949, sarcină pe care a dus-o pînă în ultima zi a vieții sale, fiind cel mai vechi profesor în funcție la Institutul Politehnic București.

În tot acest lung interval de aproape o jumătate de secol, prof. C. Budeanu a desfășurat o largă și bogată activitate științifică, aducînd un mare aport la dezvoltarea științei și tehnicii, prezentînd concepții personale și deschizînd drumuri noi.

Opera principală a activității sale științifice o constituie contribuția sa importantă în problema puterilor reactive și studierea fenomenelor electrice în regim deformant, prof. Budeanu fiind unul dintre creatorii teoriei fenomenelor deformante în electrotehnică.

Concepția sa științifică în aceste probleme a expus-o într-o serie de conferințe și congrese internaționale, în special în cadrul Conferinței Internaționale a Marilor Rețele Electrice (CIGRÉ), în cadrul căreia a fost instituit un comitet internațional de studii pentru fenomenele reactive și deformante la a cărei președinție a fost chemat ca succesor al savantului Kennelly.

Ca urmare a bogatei sale activități la CIGRÉ manifestată atît prin participarea la numeroasele sesiuni ale acestei organizații, cît și prin rapoarte și discuții, el a fost ales vicepreședinte al CIGRÉ.

În 1956, la înființarea în țară a Comitetului Național Român al CIGRÉ, în cadrul ASIT, acad. prof. C. Budeanu, care a avut o importantă colaborare la activitățile ASIT, a devenit președintele acestui Comitet, asigurînd o importantă prezență românească în cadrul acestei tribune internaționale a științei și tehnicii electro-energetice, pe care o constituie CIGRÉ.

O importantă parte a activității sale științifice a dedicat-o problemei mărimilor și unităților, fiind un aprig susținător al generalizării sistemului practic general de unități MKSA în tehnică. Datorită lucrărilor sale în acest domeniu, acad. C. Budeanu era membru al Biroului Internațional de Măsuri și Greutăți de la Paris.

Activitatea sa științifică s-a concretizat printr-un număr de peste 100 lucrări publicate în decursul vieții sale, dintre care cea mai importantă poate fi considerată lucrarea : „Puissances réactives et fictives", publicată în anul 1927.

În lunga sa activitate prof. C. Budeanu a dat dovadă de un nețărmurit devotament pentru țară, muncind cu stăruință și cu deosebită tragere de inimă pentru ridicarea învățămîntului tehnic la nivelul superior necesar propășirii țării noastre și formînd nenumărate cadre tinere de ingineri și de noi membri ai corpului didactic.

Cu toată vîrsta lui înaintată, el aparținînd generației anterioare primului război mondial, acad. prof. C. Budeanu a înțeles rostul noilor rînduiri pe care merge poporul muncitor în regimul democrației populare și a fost un exemplu de cadru vîrstinic, care a lucrat cu energie și devotament alături de clasa muncitoare.

Prin moartea sa, știința și tehnica energetică din țara noastră, ca și știința și tehnica mondială, suferă o dureroasă și ireparabilă pierdere.

Memoria sa va rămîne viu întipărită în mintea și inima inginerilor și tehnicienilor electro-energeticieni din țara noastră.

Energetica generală

Despre alegerea parametrilor şi caracteristicilor echipamentelor energetice pentru CTE*). Gheltman A. E., *Maşinostroenie* nr. 1/1958, p. 5—8.

621.311.22.001

Se demonstrează greşeala unor specialişti energeticieni care consideră drept criteriu economic în alegerea caracteristicilor şi parametrilor echipamentului energetic economia maximă de combustibil.

Această greşeală conduce la surplusuri de cheltuieli de investiţii care împiedică îndeplinirea planului de dare în funcţiune a noilor puteri energetice. În condiţiile foarte diferite de extracţie de combustibil din U.R.S.S., sînt necesare metode de judecare a soluţiilor care să permită diferenţierea cazurilor pentru atingerea unor cît mai mari economii pe ansamblu.

În baza criteriului diferenţial, în primul rînd trebuie să intre costul combustibilului şi graficul sarcinii echipamentului.

O mare influenţă la alegerea economică a parametrilor aburului la CTE o are puterea unitară a grupurilor, care este legată, pe de altă parte, de structura sistemului energetic.

Autorul a demonstrat puterea celor afirmate pe baza variantelor în care varia puterea unitară a blocurilor, parametrii iniţiali şi vidul în condensator. Astfel, în condiţiile din U.R.S.S., agregate cu parametrii aburului 13 ata şi 565°C vor fi cu prioritate instalate în sisteme de puteri definite.

g.c.

Relaţia între capacitatea centralelor atomice, termice şi cu acumulare prin pompare. Charles Jaeger, *Water Power*, vol. 10 (1958), nr. 6, p. 206—211, nr. 7, p. 260—264 şi nr. 8, p. 292—298, fig. 26, tab. 6, bibliografie 19.

621.311.1 :621.311.2.003

Autorul îşi propune să analizeze factorii principali eeonomici în cooperarea centralelor atomoelectrice cu uzinele hidroelectrice cu acumulare prin pompare. Pentru a putea ataca această problemă, se porneşte de la analizarea factorului de sarcină general pentru întregul sistem energetic, dîndu-se expresiile matematice corespunzătoare. Metodele de calcul se bazează pe analiza curbei de durată a puterii sistemului, dîndu-se cazurile cînd această curbă este acoperită de două-trei sau mai multe centrale electrice. Folosindu-se diferite expresii matematice pentru curba de durată a puterii, se dă posibilitatea folosirii pe larg a relaţiilor matematice în generalizarea cazurilor particulare analizate.

În ultima parte a articolului se studiază aspectele economice ale cooperării între centralele atomoelectrice şi uzinele hidroelectrice pe firul apei şi a centralelor termoelectrice cu uzinele cu acumulare prin pompare. În încheiere se studiază problema preţurilor într-un sistem cu două, trei sau mai multe tipuri de centrale.

Concluziile autorului sînt că folosirea acumulării prin pompare este de o mare importanţă pentru un bilanţ energetic corect al producţiei de energie în marile sisteme energetice.

p.s.

Dezvoltarea centralelor termoelectrice şi a cazanelor de abur în Anglia, după cel de al doilea război mondial. K. R. Lenel *BWK*, vol. 10 (1958) nr. 12, pag. 565—568, 4 fig., 1 tab.

621.311.22(41)

Pînă la cel de al doilea război mondial, puterea centralelor termoelectrice în Anglia era în general de 120 MW, în unele oraşe mari chiar de 240 MW, cu grupuri de 20—30 MW şi parametri mijlocii.

O cotitură importantă s-a făcut în 1948 prin etatizarea întregii alimentări cu energie electrică, care a creat condiţiile unei dezvoltări unitare. În prima etapă ce a urmat şi care a cuprins perioada pînă în 1954, a fost necesar a se face concesii în ceea ce priveşte economia pentru a putea instala rapid puterea necesară, folosind în acest scop încă unităţi relativ mici, dar verificate în exploatare, de 30 MW la 40 at 450°C, respectiv 60 MW la 60 at 500°C cu cazane de debite unitare de 150— 250 t/h.

După lansarea acestei etape, a urmat întocmirea unui program care să corespundă cel mai bine unui efort de instalare de circa 2 000 MW pe an şi care prevedea 33 blocuri de 120 MW şi 9 blocuri de 200 MW în centrale de 720, 8PP sau 1 000 MW.

Progresul în construcţia generatoarelor electrice a permis în cea mai nouă etapă unităţi de 275 MW respectiv blocuri de 550 MW. Primul bloc de 550 MW urmează a intra în funcţiune în 1963, iar al doilea, cu care puterea centralei Thorpe Marsh va atinge 1 100 MW în două unităţi, va fi comandat în curînd.

Costul pe kW instalat a scăzut de la circa 210 dolari (grupuri de 30 MW la 40 at) respectiv 190 dolari (grupuri de 60 MW la 40 at), la 160 dolari (grupuri de 100 MW la 100 at) respectiv 140 dolari (grupuri de 200 MW la 160 at) în timp ce randamentul optim a crescut de la 27,4 respectiv 30,4% la 33,4 respectiv 37,0%, iar randamentul mediu anual de la 25,5 respectiv 28% la 30,5 respectiv 33,5%.

i.s.

Construcţia de centrale atomoelectrice în U.R.S.S. *BWK* vol. 10 (1958) nr. 12, p. 599.

621.311.25 :621.039(47)

După datele comunicate la cea de a doua Conferinţă internaţională pentru folosirea paşnică a energiei atomice de la Geneva, în U.R.S.S. sînt actualmente în exploatare, construcţie sau proiectare centrale atomoelectrice însumînd o putere electrică totală de 2 350 MW. Din aceasta se citează :

În exploatare este CAE de 5 MW din anul 1954, în apropiere de Moscova şi din septembrie 1958 prima tranşă de 100 MW a unei centrale de 600 MW în Siberia.

În construcţie şi urmînd a fi terminate pînă în 1960—1961 sînt :

— 2 CAE de cîte 420 MW cu reactoare cu apă sub presiune la Voronej şi Leningrad ;

— 1 CAE de 400 MW cu reactor moderat cu grafit şi răcit cu apă, producînd abur supraîncălzit nuclear, la Beloiarsk în Urali.

— 1 CAE de 50 MW cu reactor cu apă în fierbere la Ulianovsk pe Volga.

— 1 CAE de 35 MW cu reactor omogen, pe Volga.

— 1 CAE de 50 MW cu reactor semirapid.

— I CAE mobilă de 20 MW.

În proiectare sînt o CAE de 50 MW cu reactor răcit cu sodiu pe Volga, o CAE de 50 MW şi una de 250 MW cu reactori rapizi regenerativi.

Cu titlu comparativ se menţionează că în Anglia sînt în funcţie CAE Calder Hall cu 138 MW (cu extindere în curs la 184 MW) şi CAE Chapel Cross (din noiembrie 1958) cu 46 MW şi în extindere la 184 MW. În construcţie sînt alte cinci CAE cu o putere totală de 1 400 MW, iar în proiectare 1 200 MW în două centrale. Ultimele şapte centrale fac parte dintr-un program de realizat pînă în 1965.

În S.U.A. sînt cîteva CAE experimentale totalizînd 78 MW în funcţiune, 772 MW în construcţie şi 400—500 MW în proiectare.

i.s.

Gazele naturale în Europa Occidentală, *BWK*, vol. 10 (1958) nr. 12, p. 599—600.

662.69

Extracţia de gaze naturale din zăcămintele Europei Occidentale a crescut de la 1,3 mrd m³ în 1950 la 6,9 mrd. m³ în 1957. Repartiţia procentuală în 1957 a fost : Italia 71%, Austria 11%, Franţa 8%, R.F. Germană 6%.

Rezervele sigure erau apreciate în 1956 la 327 mrd. m³ din care Franţa 61,2%, Italia 26,0%, Austria 9,2%, R.F. Germană 1,5%, Olanda 1,2%.

*) Aceeaşi problemă o tratează şi A. S. Gorskov în Energomaşinostroenie nr. 10/1958, p. 9—11, bazîndu-se îndeosebi pe rezultatele lucrărilor VTI din acest domeniu.

Rețelele de gaze naturale comportă circa 4 000 km în Italia și 370 km în Austria. În Olanda, cei 200 mil. m³ de gaze naturale au fost distribuite în 1957 pentru o rețea de 7 000 km.

i.s.

Termoenergetica

Regimul de temperaturi și tensiunile termice în tamburii cazanelor de mare presiune la oprirea normală și accelerată. V n u k o v A. K., *Teploenerghetica* nr. 10 (1958), p. 23–25, 6 fig., bibliografie 1.

621.181.004

Se arată că, contrar părerii curente, răcirea pereților tamburului la oprirea unui cazan are loc nu atît către exterior, ci către interior.

Comparînd timpul de răcire exclusiv către exterior stabilit prin calcul cu cel efectiv, se constată că primul este de 4–5 ori mai lung decît al doilea și deci cedarea căldurii către mediul interior este calea principală de răcire a cazanului. Mecanismul cedării căldurii către interior este următorul : atît în timpul celor 30–50 min de suflare prin supraîncălzitor (pentru răcirea acesteia conform PET), cît și ulterior, cînd supraîncălzitorul joacă rol de condensator, prin evaporare temperatura apei din tambur și din întregul sistem fierbător scade răcind tamburul, ecranele și căptușeala refractară apropiată de ecrane. Răcirea fiind uniformă în tot sistemul fierbător, procesul de răcire poate fi accelerat (dacă e nevoie) intensificînd evacuarea aburului din cazan și recurgînd la ventilarea cazanului numai pentru răcirea sub 100°C, cînd fenomenul evaporării interne încetează.

La răcirea normală a cazanului, diferența de temperatură între generatricea superioară și cea inferioară este de circa 30–40°C în compartimentul curat și de circa 80°C în compartimentele saline.

Această deosebire între compartimente se explică astfel : în compartimentul curat, singurul din care pleacă aburul, jumătatea superioară este răcită de aburul care se scurge, pe cînd în compartimentele saline unde se formează saci de abur supraîncălziți, răcirea jumătății superioare este întîrziată.

La răcirea accelerată a cazanului, diferența de temperatură între generatricea superioară și cea inferioară în compartimentele saline poate să atingă 80–100°C.

Trecînd la examinarea solicitărilor termice, se arată că la o viteză de răcire de 50°C/h, care corespunde unei răciri a cazanului în 4–6 h, diferența de temperatură între interiorul și exteriorul tamburului nu depășește 20°C, la care solicitarea nu este însemnată.

Se mai dă apoi formula de calcul a solicitării termice rezultată din diferența de temperatură între jumătatea superioară și inferioară și se arată grafic variația solicitării termice în timpul răcirii ; din grafic se vede că valoarea maximă este de circa 7,5 kg/mm³ și este atinsă după circa 5 ore de la oprire.

Mai este redată și variația rezistenței totale axiale (mecanica din presiunea internă și termică din diferența de temperatură) a cărei valoare maximă coincide practic ca valoare și ca timp cu cea termică și anume după circa 5 ore cînd presiunea interioară a scăzut la circa 3 at.

Concluzia practică este că pe calea arătată se poate răci un cazan de 230 t/h 110 at, pînă la circa 80°C într-un interval de circa 6 ore fără nici un fel de pericol pentru tambur.

c. d.

Concluzii economice asupra înlocuirii cărbunelui cu gazul metan în focarele cazanelor de abur. S t. Z a h r a d n i k, *Energhetica* (CSR), vol. 8 (1958) nr. 6, p. 246–247.

621.181.004

Luîndu-se două cazane de abur de 32 t/h, 64 ata și 475°C fiecare, cu arderea cărbunilor pe grătare și alimentîndu-se simultan cu un cărbune de o putere calorifică de 3 800–4 400 kcal/kg, adus de la o distanță de 550 km și cu gaz metan, s-au putut trage următoarele concluzii economice practice :

În cazul funcționării cazanelor pe cărbune, ele au fost oprite din 6 în 6 săptămîni pentru curățare, ceea ce a produs greutăți serioase în alimentarea cu abur a consumatorilor. O dată cu utilizarea gazului metan, această perioadă a fost prelungită pe 3 luni.

Celelalte rezultate obținute sînt ilustrate în tabelă.

Nr. crt.	Combustibilul utilizat	kcal/kg kcal/m³	Randamentul cazanului	Costurile totale ale exploatării în Kcs	Gaz prolus
1	Cărbune	3 800–4 400	0,818	7 449 159	169 442
2	Gaz metan	8 150	0,869	3 944 609	169 442

Aceste rezultate indică că prin utilizarea gazului metan se obține la combustibil o economie de circa 50%. Economiile totale sînt însă mult mărite prin celelalte avantaje ce reies din utilizarea gazului metan, ca : reducerea investițiilor inițiale prin micșorarea volumului de lucrări, eliminarea cheltuielilor de transport și preparare a combustibilului, reducerea personalului de deservire, micșorarea cheltuielilor de întreținere, prelungirea vieții agregatelor etc.

a.l.

Din experiența de exploatare a unui cazan construit pentru utilizarea cărbunelui brun din Boemia de Nord, cu evacuarea zgurii în formă lichidă. R. D o l e z a t, *Energhetika* (CSR) vol. 8, nr. 7 (1958), p. 275–280, 9 fig.

621.181.004

Cazanul de 100 t/h este montat într-o localitate din Boemia de Nord și a fost transformat pentru utilizarea exclusivă a cărbunelui brun din regiune. Se dă o descriere amănunțită a construcției atît dinainte cît și după modificare, cum și detalii în ceea ce privește instalațiile anexe cazanului și problema pregătirii combustibilului, granulația, măcinarea, dozarea, uscarea etc. Analizîndu-se rezultatele obținute în exploatarea cazanului după reconstrucție, se ajunge la următoarele concluzii :

1. Temperatura camerei focarului trebuie să se mărească în comparație cu condițiile anterioare reconstrucției cu 40°C.
2. Temperatura la coș a gazelor de ardere sporește cu 40°C.
3. Intervalul de temperatură realizat în răcitorul de abur al cazanului se mărește cu 65°C.

Caracteristicile principale ale combustibilului sînt redate în tabelă.

	Putere calorică (kcal/kg)	Conținut de cenușă a (%)	Umiditate W (%)	Punct de curgere a zgurii (°C)
Valorile cele mai favorabile	3 855	16,00	25,70	1 350
Valorile cele mai defavorabile	2 530	23,80	29,00	–
Valori medii	2 800	21,80	30,10	1 400

Se expun motivele tehnico-economice care au impus utilizarea exclusivă a cărbunelui brun.

În încheiere se trec pe scurt în revistă greutățile întîmpinate la începutul exploatării cazanului modificat, dificultăți pînă în prezent necunoscute.

a.l.

Trei metode de supraveghere a flacării de gaz. W e r n e r T h i m m, *Gas-Wärme*, 7 (1958), nr. 3, p. 100–108.

621.311.22 : 662.76.004

Supravegherea flacării de gaz se face pe baza a trei proprietăți ale ei : 1) căldura de ardere ; 2) ionizarea ; 3) luminozitatea. Căldura de ardere se detectează fie cu bimetal, fie cu termoelement.

Se descrie o instalație cu o lamă bimetalică încălzită direct de flacăra de veghe. În cazul stingerii acesteia, lama închide mecanic direct supapa de admisie a arzătorului principal. Instalația are inerție și se utilizează numai la instalații de apă caldă în clădiri. O altă instalație utilizează o baterie de termoelemente din foițe subțiri așezate în flacăra arzătorului de veghe. Curentul electric obținut servește la menținerea armată a ventilului de gaz, prin intermediul unei bobine. La 30 s

după stingerea flacării de veghe, ventilul se închide. Instalația se utilizează combinată cu regulatoare de temperatură pentru încălziri de clădiri. Metodele utilizînd ionizarea flacării și luminozitatea ei sînt electronice. În primul caz, catoda se leagă de arzător, iar anoda de un electrod în flacără. Un releu comandă ventilul de combustibil. Utilizarea luminozității flacării de gaz trebuie făcută cu grijă, deoarece nu este prea mare. În focare ce utilizează păcură și gaz se recomandă reglarea automată la schimbarea combustibilului. Se recomandă utilizarea de fotorezistențe de sulfit de plumb, sensibile la radiații infraroșii. Sistemele electronice sînt recomandate pentru focare mari și au o inerție de numai 2 s. Se analizează posibilitățile de funcționare intempestivă a instalației și măsurile ce trebuie luate pentru a împiedica aceasta. Se arată necesitatea introducerii unui releu de supraveghere a instalației, care semnalizează defecte ca puneri la pămînt, ruperea electrodului etc.

ad. b.

Turbina PVK-200-1 și cîteva deosebiri de construcție. Dolinski E. D., *Energomașinostroenie* nr. 8/1958, p. 37—42.

621.165

În luna aprilie 1958, la L.M.Z. a fost construită prima turbină de 200 MW de tipul PVK. Caracteristicile mai importante ale acestei turbine sînt următoarele:

— parametrii aburului la intrarea în turbină:
presiunea 130 ata
temperatura 565°C;
— presiunea aburului în condensator 0,035 ata;
— greutatea totală a turbinei 560
— lungimea turbinei 20,55 m

Turbina va fi montată și va funcționa în bloc cu un cazan de 640 t/h.

În articol se dau detalii de execuție și dimensiuni pentru diferitele elemente componente mai principale ale turbinei, precum și caracteristicile metodelor folosite.

g.c.

Demineralizarea chimică a apei pentru aplicații termoenergetice. Prohorov F. G. *Teploenerghetica* nr. 12 (1958, p. 3—12, 9 fig., 5 tabele, ref. 9 bibl.

621.311.22.004

Rezultatele favorabile obținute în instalațiile existente justifică aplicarea largă a demineralizării totale a apei de adaos în centralele ce se vor instala în perioada 1957—65 cu cazane de înaltă și foarte înaltă presiune. Făcînd calculele tehnico-economice comparative corect (luînd în considerare și cheltuielile indirecte: cicloni de separație, pompă specială de condensat pentru regulatori de temperatură), metoda demineralizării revine mai economică decît celelalte metode pentru tratarea apelor cu salinitate totală pînă la 600 mg/l.

Pentru demineralizarea apei brute pătrunsă în condensator se descrie un procedeu simplu. În încheiere se arată că în prezent, principala piedică a folosirii pe scară întinsă a demineralizării este prețul nejustificat de ridicat, cum și producerea limitată a anioniților. Rezolvarea acestor două probleme va face posibilă introducerea metodei în 80—100 CTE și garantarea unei funcționări sigure și economice.

c.d.

Cenușa zburătoare de la centrala termoelectrică „Fortuna" ca îngrășămînt cu bază de calciu. Endell V., *Braunkohle Wärme und Energie* (1958) nr. 15/16 august, p. 326—335, 6 tabele, 12 fig., bibliogr. 19 titl.

631.311.23.8.43:631.8

Problema îngrășămintelor agricole bazice se pune în R.F.G., deoarece 50% din sol nu are un conținut de calciu suficient și posedă un indice *p*H coborît (sub 5,2). În prezent se folosesc îngrășăminte cu bază de oxid de calciu, dolomită calcinată sau zgură de furnal măcinată.

Autorul arată ce condiții trebuie să îndeplinească îngrășămintele cu bază de calciu și cercetează cenușa reținută în filtrele de cenușă ale centralei termoelectrice „Fortuna", care folosește drept combustibil cărbune brun. Din punct de vedere al granulației, cenușa corespunde condițiilor. Compoziția chimică a cenușei, arătată detaliat, relevă un conținut de masă activă mediu de 55,8%.

Cenușa este interesantă și prin prezența unor elemente ca Titan (1—2%) și Mangan (0,1—1%) foarte folositoare creșterii plantelor. În continuare se expun rezultatele cercetărilor asupra solubilității cenușii în apă, apă cu conținut de CO_2, soluții acide sau acizi foarte diluați (acid citric 2%) și se compară comportarea acestui material cu comportarea zgurii de furnal. Drept concluzie, articolul arată că cenușa de la centrala „Fortuna" corespunde limitei inferioare a condițiilor pentru îngrășăminte chimice în agricultură; se aseamănă în această privință cu zgura de furnal și poate fi folosită în mod rațional ca un îngrășămînt bazic foarte rentabil.

c.m.

Turbina de gaze de 50 000 kW. *Energomașinostroenie* nr. 9/1958.

621.438.001

În aprilie 1957, la uzinele HTGZ din Harkov, s-a propus construirea unei turbine cu gaze de 50 MW, funcționînd cu gaze naturale. Consiliul tehnic al MCE a aprobat această propunere și, ca urmare, au început lucrările de proiectare pentru noua turbină de tipul GTY-50—800, destinată centralelor de termoficare.

Turbina va fi de tipul cu ciclu deschis, cu recuperare a căldurii. Instalația turbinei se compune din trei compresoare de joasă, medie și înaltă presiune, două turbine de joasă și înaltă presiune, două camere de ardere, de înaltă și joasă presiune, două răcitoare de aer și din alte instalații auxiliare.

Puterea nominală a instalației este de 50 MW, puterea maximă din timpul iernii de 65 MW, randamentul de calcul de 33,5% la puterea nominală; în timpul iernii, randamentul crește la 35%.

Temperatura gazelor la intrarea în turbină în partea de înaltă presiune este de 800°C, iar cea de joasă presiune de 770°C.

Instalația se proiectează cu profil de termoficare și va putea livra, cu întreruperea ciclului regenerativ, 60 Gcal/h.

g.c.

Centrala de înaltă presiune Trattendorf I. *Energietechnik*, vol. 8 (1958), nr. 7, pag. 310 — 313, 20 fig., 2 referințe bibliografice.

621.311.22

CTE Trattendorf se apropie rapid de plina sa putere instalată de 300 MW, constînd din patru blocuri de cîte 75 MW, fiecare bloc avînd două cazane de 160 t/h,care alimentează o turbină înaintașă de 25 MW și una de condensație de 50 MW.

Parametrii de 110 at 500°C, cu supraîncălzire intermediară la 435°C și mărimea grupurilor au fost aleși ținînd seama de posibilitățile interne de fabricație în R. D. Germană și de anumite premise legate de punerea în funcțiune în termene cît mai scurte. Cu toate că grupurile reprezentau o primă construcție și un număr mare de aparate și armături erau fabricate pentru prima oară în R.D. Germană la dimensiunile respective, rezultatele de exploatare constituie un succes deplin.

În articol se prezintă foarte detaliat toate problemele de proiectare și execuție, un număr mare de scheme și fotografii ilustrînd corespunzător descrierea centralei.

i.s.

Electroenergetica

Interesul prezentat de o nouă examinare a modalităților de execuție a fundațiilor de stîlpi la liniile de transport de energie la înaltă tensiune. *Bulletin S.F.E.*, nr. 94 (1958) nr. 10, p. 609—650.

621.315.66

În introducerea făcută de L. Gabanes se arată că interesul de a reduce cheltuielile de fundație este evident întrucît ele reprezintă în prezent 15—30% din costul liniilor. Aceasta se explică prin empirismul cu care se lucrează încă în mecanica solurilor și prin supra-asigurarea cu care se realizează fundațiile, practica arătînd că ele nu cedează niciodată, spre deosebire de celelalte elemente ale liniilor. În plus, o reconsiderare

a problemei fundațiilor apare necesară în clipa în care cîștigă teren realizarea de linii cu stîlpi ancorați.

În continuare, Y. Barraud expune rezultatul încercărilor experimentale făcute de dînsul pe modele reduse plantate în nisip fin. Încercările arată cum are loc fenomenul de propagare a eforturilor în sol în momentul smulgerii unei fundații. Mai departe, P. Fayoux descrie modul de execuție al unor fundații forate pentru linii de foarte înaltă tensiune, iar L. Ménard arată o metodă proprie de măsurare la fața locului a caracteristicilor mecanice ale solurilor. Ideea care se degajă este că trebuie folosite la maximum proprietățile naturale ale solului, deci de a se conserva la maximum coeziunea cu diametrul cît mai mic, avînd o excrescență la bază. În felul acesta, cu o cantitate minimă de beton se folosesc la maximum greutatea și frecarea pămîntului.

De aci rezultă și necesitatea unei schimbări a metodelor de execuție a săpăturilor, fie prin utilizarea mai intensivă a mașinilor de săpat gropi, fie prin execuția de gropi cilindrice cu ajutorul explozibilelor. Betonul poate astfel fi redus la cîțiva dm^3 de fundație. Discuțiile importante duse în jurul problemei arată oarecare rezervă față de o precipitare a unor concluzii categorice.

a.c.m.

Reglarea automată a funcționării în paralel a unor foarte vaste sisteme energetice. F. Cahen și A. Dejou. *Bulletin S.F.E.* nr. 92 (1958) nr. 8, p. 463–478.

621.316.1:621.3.072.6

Se recapitulează scopul și principiile generale ale reglării frecvenței într-un sistem izolat și în mai multe sisteme interconectate. Autorii pun accentul pe reglarea frecvență-putere a funcționării în paralel a sistemelor, metodă ce tinde a se generaliza. Ei arată că în cazul marilor sisteme energetice, cu puteri puse în joc de ordinul mai multor zeci de mii de MW, problema menținerii constante a frecvenței, chiar în limite de 10,02 Hz, nu mai ridică dificultăți în exploatarea normală. Obiectivul principal devine menținerea puterii de schimb programate pe liniile de interconexiune. Se arată că ceea ce trebuie urmărit este doar menținerea valorii medii a puterii și nu este cazul a se reduce amplitudinea oscilațiilor ce se produc în jurul valorii programate, ele constituind de fapt chiar unul dintre avantajele conexiunii, în măsura în care aceste oscilații nu provoacă declanșarea prin releele de protecție a legăturii de interconexiune. Se arată o metodă de predeterminare a ordinei de mărime a amplitudinii acestor fluctuații pe o linie de interconexiune a două sisteme de caracteristici cunoscute. Se propune apoi un criteriu de calitate pentru reglarea interconexiunii. $\int \Delta P^2 dt$ măsurat în perioadele în care $\Delta P \Delta f > 0$, respectiv $\Delta P \Delta f < 0$, deoarece abaterile sînt imputabile unuia sau celuilalt dintre sisteme, după cum abaterea puterii de schimb ΔP și abaterea frecvenței Δf au același semn sau nu. Considerațiile de mai sus sînt exemplificate de funcționarea în paralel a sistemului francez (10 000 MW) cu cel german (18 000 MW). Se arată în final că valoarea energiei reglante secundare poate fi aleasă într-o gamă destul de largă fără să influențeze calitatea reglării interconexiunii în exploatare normală, dar că această alegere trebuie făcută în practică, în funcție de condițiile anormale care apar în caz de avarie într-unul dintre sisteme.

a.c.m.

Instalația de A.A.R. — R.A.R. pentru barele serviciilor auxiliare și pentru barele stațiilor coborîtoare. Aleksandrov I. N. și Krasnovski A. Z.: *Electr. Stanții* 28 (1957) nr. 9, 54–59, 8 fig.

621.316.262

Schemele de A.A.R. (anclanșarea automată a rezervelor) sînt introduse pe scară largă pentru alimentarea serviciilor auxiliare; totuși, se mai înregistrează cazuri frecvente cînd din cauza unei alegeri, respectiv alcătuiri necorespunzătoare a schemei A.A.R., apar avarii în exploatare. Se constată de asemenea că deși schemele de R.A.R. (reanclanșarea automată rapidă) au dat bune rezultate și în alimentarea serviciilor auxiliare, ele nu sînt încă totdeauna folosite în aceleași instalații. În legătură cu problemele arătate, în articol se examinează o nouă schemă de A.A.R., potrivită atît pentru serviciile auxiliare din centrale, cît și pentru stații.

Schema se caracterizează prin faptul că poate fi ușor adaptată la diverse condiții specifice locale, prin numărul redus de relee și prin calitățile ei de exploatare ușoară și simplă.

a.c.a.

Influența înălțimii de suspensie a conductelor asupra depunerilor de chiciură. P. A. Dolin. *Electriceschie Stanții* (1958) nr. 4.

621.315.1.056.1

Articolul prezintă prelucrarea datelor experimentale ale stației de supraveghere a formării chiciurei instalată în raionul Piatigorsk de către TNIEL. La stația experimentală au fost instalate eșantioane de conducte la înălțimile de 2, 7, 5, 15 și 23 m deasupra solului. Concluziile studiului arată că variația diametrelor straturilor de chiciură crește mult pînă la 7,5 m. De la această înălțime în sus, creșterea e mai lentă.

Experiența a arătat că începînd cu înălțimea de 7,5 m creșterea înălțimii de suspendare a conductelor cu 1 m crește grosimea stratului de chiciură cu 2%, iar greutatea depunerilor cu 3%. Rezultă că la proiectarea liniilor trebuie avută în vedere înălțimea de suspendare a conductelor deasupra solului la determinarea sarcinilor suplimentare datorate chiciurei.

d.m.

Cîteva condiții relative la trecerea liniilor de transport de 400 kV la tensiunea de 500 kV. Azaiev I. D., *Electriceschie Stanții*, vol. 29 (1958), nr. 5, p. 51/54, 4 fig.

621.315.051.2.027./37

Dacă tensiunea liniei Kuibîșev-Moscova s-ar ridica de la 400 la 435 kV, puterea transportată ar putea crește de la circa 1 100 MW la 1 350 MW cu un coeficient de siguranță al stabilității statice de 23%. La creșterea tensiunii pînă la 500 kV, capacitatea de transport ar crește la 1 800 MW. Posibilitatea obținerii tensiunii de 500 kV în mod economic nu implică decît modificarea înfășurărilor la transformator (vezi E) și o astfel de încercare a fost realizată. Trebuie menționat în special regimul de funcționare cu o tensiune de 500 kV la Moscova și 400 kV la Kuibîșev, adică un regim de funcționare cu cădere de tensiune negativă și în care s-a putut crește capacitatea de transport la 1 650 MW cu compensare longitudinală și 1 350 MW fără compensare longitudinală. Pentru linia de 400 kV Stalingrad-Moscova, ridicarea capacității de transport la 1 500 MW la tensiunea de 400 kV necesită mijloace de compensare variind între 300 și 600 Mvar, la care se poate renunța dacă se utilizează tensiunea de 500 kV. Pentru a mări coeficientul de siguranță al stabilității statice care în regim de avarie este de 2–6%, se propune utilizarea de condensatoare derivate în acest regim.

Pentru a mări capacitatea de transport pe artera de 400 kV Kuibîșev-Moscova de la 500 la 700 MW, asigurînd un coeficient admisibil de rezervă al stabilității statice, este necesară o compensare de 39% a liniei. Dacă se ridică tensiunea la 500 kV, capacitatea de transport crește la 800–850 MW fără a mai fi necesară compensarea sau dacă se utilizează compensarea se pot transporta 1 100 MW.

a.r.

Folosirea tensiunii de 500 kV pentru rețelele electrice de mare distanță. Romanov A. D. și Sokolov N. N. — *Electriceskie Stanții* nr. 5/1958, p. 55–59.

621.315.051.2.027.3/7

În baza încercărilor liniilor de înaltă tensiune în funcțiune, Cuibîșev-Moscova, la tensiunea de 400 kV s-au stabilit premizele și s-au obținut importante date pentru construirea rețelelor electrice de mare distanță la 500 kV. Folosindu-se tensiunea de 500 kV pentru rețeaua Stalingrad-Moscova se economisesc 70.10^6 ruble, randamentul crește cu 5% pînă la 92,2%, iar prețul de cost al energiei electrice scade de la 1,92 la 1,66 copeici/kWh, adică cu 13,5%.

Pentru rețeaua electrică principală a Siberiei centrale cu o circulație de putere de 700–800 MW, la 500 kV se vor reduce investițiile cu 6% și pierderile în rețea cu 26%.

Trecerea de la 400 kV la 500 kV este apreciată ca o măsură progresistă a energeticii sovietice menite să ușureze unificarea sistemelor energetice ale U.R.S.S.

g.c.

Determinarea tensiunii optime de transport. Camburn R. D. şi Stafford R. L., *Electr. Eng.*, vol. 77 (1958) nr. **8**, p. 700—703, 3 fig.

621.311.1 : 621.3.027.7/8

Articolul arată cum trebuie făcută o comparaţie între tesiunea de 138 ce are o largă răspîndire în S.U.A. şi tensiunea de 345 kV, ce este introdusă în ultimii ani. Comparaţia trebuie făcută din trei puncte de vedere.

a) *Terenul utilizat.* Lărgimea coridorului necesar depinde de numărul necesar de circuite şi de lărgimea fiecărui circuit. Numărul de circuite este invers proporţional cu sarcina maximă admisibilă. Aceasta e limitată fie: a) termic (la distanţe scurte); fie b) de reglarea tensiunii; fie c) de stabilitatea dinamică. În cazul limitării termice, raportul limitelor este ca al tensiunilor 345/138 = 2,5. În cazurile b) şi c), raportul este ca al patratelor tensiunilor, adică $2{,}5^2 = 6{,}25$. Deci la 138 kV sînt necesare de 2,5 ori sau de 6,25 ori mai multe circuite. Cum lăţimea unui circuit de 345 kV e dublă faţă de cea a unuia de 1 135 kV şi presupunînd şi stîlpii de 345 kV cu două circuite, rezultă că tensiunea de 138 kV necesită un coridor de 1,25 respectiv 3,25 ori mai larg. Rezultă că la distanţe mai mari, la care nu dictează limita termică, este net favorabilă tensiunea superioară, în timp ce la distanţe mici e aproape echivalentă.

b) *Siguranţa în exploatare.* Tensiunea de 138 kV, avînd circuite multe şi o reţea buclată dezvoltată, dă o siguranţă mai mare şi o flexibilitate. De asemenea, permite mai multe staţii coborîtoare şi deci o descentralizare a repartiţiei sarcinii. Totuşi, privit în perspectivă mai lungă, acest avantaj are tendinţa de a dispare.

c) *Aspectul economic.* Costurile ce se compară se compun din:

1) cheltuielile fixe de amortizare a investiţiilor în linie şi staţii; 2) cheltuielile de putere şi energie pentru pierderile în linie; 3) cheltuielile de amortizare a instalaţiilor de producere a puterii reactive. Cheltuielile de exploatare propriuzise şi de întreţinere sînt neglijabile în comparaţie cu celelalte costuri.

Nu se trage nici o concluzie decît că faţă de multiplicitatea factorilor trebuie făcută o comparaţie concretă în fiecare caz în parte, fără a exista prejudecăţi în favoarea nici uneia dintre cele două tensiuni.

a.c.m.

Hidroenergetica

Experienţa construcţiei uzinelor de joasă cădere pe sectorul austriac al Dunării. Marko I., *Hidrologiai Közlöny* 38 (1958), 3, 203—218.

621.29 (436)

În Austria a început realizarea planului general de amenajare a sectorului austriac al Dunării. Astfel, după punerea în funcţiune a uzinei Jochenstein au început să livreze energie şi primele grupuri ale uzinei Ybbs-Persenbeug.

Planul de amenajare cuprinde 15 uzine ale căror caracteristici sînt identice. Lucrările nu sînt legate numai de planul de gospodărire a apelor Dunării, ci şi de cele ale canalului navigabil Dunăre—Main—Rin.

Se analizează problemele de proiectare, construcţie şi exploatare ale treptelor amenajate în special în ceea ce priveşte regimul aluviunilor, regimul gheţurilor, programarea execuţiei lucrărilor, devierea apelor în timpul construcţiei, calcule statice, instalaţii pentru micşorarea subpresiunilor, montarea stăvilarelor.

Articolul prezintă importanţă pentru iniţiativa din R.P.R. referindu-se la o serie de construcţii realizate pe Dunărea Superioară şi care în viitor vor trebui integrate în planul general de utilizare a resurselor hidrotehnice ale acestui rîu.

a.f.

Gospodărirea apelor în Turcia. Gutberlet F., *Die Wasserwirtschaft* 48 (1958), nr. 4, pag. 82—87.

621.311.21 :620.91 (496)

După o scurtă introducere în care analizează situaţia demografică şi economică a Turciei, autorul trece la analiza condiţiilor de gospodărire a apei în Turcia. El atrage atenţia asupra faptului că prin irigare s-a reuşit să se obţină 1,1/2—2 recolte pe an.

Primul mare baraj turcesc a fost barajul Cubuk construit pentru alimentarea cu apă a Ankarei.

În continuare se dau caracteristicile a 25 de amenajări executate sau în curs de execuţie în 1955. Puterea instalată totală în aceste amenajări atinge 563,82 MW, iar producţia anuală 1 559,89 GWh.

Dintre lucrările cele mai importante merită să fie amintite:

— CHE Saryiar (P + 160 MW, E + 360 GWh/an, H + + 87 m, Q + 65 m³/s) cu un baraj de beton de 106 m şi un volum de beton de 550 000 m³ realizînd un loc de 1,6 miliarde m³, ceea ce reprezintă un coeficient de acumulare foarte favorabil de 2 910 m³ apă/m³ beton;

— CHE Hirfanli (P + 128 MW, E + 400 GWh/an, H = = 60 m, Q = 63,5 m³/s), cu un baraj de pămînt de 92 m şi un volum de terasamente de 2,5 milioane m³ realizînd un loc de 7,65 miliarde m³.

— CHE Gediz-Demir — Kopru (P = 69 MW, E + 193 GWh/an, H = 110 m, Q = 22,4 m³/s) cu un bataj de arocamente de 77,0 m şi un volum acumulat de 1,6 miliarde m³.

În afară de producţia de energie este prevăzută şi irigarea a 78 mii ha;

— CHE Seyhan (P = 54 MW, E + 284 GWh/an, H = 32 m, Q + 165 m³/s) cu un baraj de pămînt de 57 m şi un volum acumulat de 1,7 miliarde m³.

Acumularea serveşte şi la irigarea a 144 mii ha.

Mai merită să fie menţionat că echipamentul electric al CHE Ikizdere-Rize de 15 MW este livrat de uzine constructoare din R.P. Ungară.

a.f.

Energetica nucleară

A doua Conferinţă mondială pentru folosirea energiei atomice în scopuri paşnice. Geneva 1958. *Atomnaia Energhia* nr. 9/1958 pag. 335—387.

621.039 (063)

În acest număr al revistei sînt prezentate în rezumat lucrările mai importante ale specialiştilor din ţările participante la a 2-a Conferinţă internaţională pentru folosirea în scopuri paşnice a energiei atomice, ţinută la Geneva în septembrie 1958.

Totodată se dă lista sistematizată a rapoartelor prezentate cu această ocazie, pe probleme şi ţări. Ţara noastră a prezentat un număr de 52 rapoarte.

g.c.

Formarea personalului de exploatare pentru CAE Mc Keown W. G., *El. Eng.* Vol. 77 (1958), nr. **2**, p. 122—126, 2 fig.

621.311.25 : 621.039.007

Pentru a se ajunge la o exploatare a unei CAE în cele mai bune condiţii de siguranţă, sînt necesare dispozitive automate care să protejeze centrala şi personalul în cazurile unui defect de echipament sau al unei greşeli de manevră. Este însă cu totul neindicat a baza securitatea funcţionării exclusiv pe aceste dispozitive. Dimpotrivă, o formare a întregului personal de exploatare, prin cunoaşterea elementelor tehnice de bază ale centralei şi în special ale sectorului pe care îl deserveşte, precum şi printr-o delimitare precisă a atribuţiilor şi rolului fiecărui om în parte, atît în timpul regimului normal cît mai ales în regim de avarie, este o condiţie esenţială pentru evitarea unor grave incidente, cu atît mai mult cu cît lipseşte tradiţia de exploatare în acest sector.

Personalul de schimb în tură se împarte după locul de muncă în: operatori în sala reactoarelor, operatori în sala maşinilor şi operatori în camera de comandă. În camera de comandă există cîte un operator pentru panoul secţiei abur, secţiei electrice şi secţiei reactoare.

Operatorul din sala reactoarelor este responsabil pentru exploatarea corectă a sistemului primar şi a părţilor din sistemul secundar, aşezate în zona accesibilă a sălii reactoarelor. El sau operatorul din camera de comandă, al panoului reactoarelor, are şi controlul selectiv al echipamentului aflat în zona inaccesibilă a sălii reactoarelor, prin telecomenzi.

Operatorii din sala mașinilor, răspund de manevrele locale ale turbinelor, condensatoarelor, sistemelor de apă de răcire, ungere etc.

Operatorul din camera de comandă al panoului secției abur conduce exploatarea sistemului de abur și comandă echipamentul respectiv de la distanță.

Operatorul din camera de comandă al panoului secției electrice execută toate manevrele de comutație și controlează puterile electrice pe grupuri și cele debitate în sistemul energetic.

Operatorul din camera de comandă a panoului secției reactoare are rolul de a efectua comanda primară a reactoarelor acționînd în principal asupra barelor de control pentru a regla temperatura reactorului în funcție de sarcină. El are, de asemenea, posibilitatea de a telecomanda ventilele din sistemul primar al reactoarelor și din sistemele auxiliare, care sînt vitale pentru exploatare.

Șeful de tură coordonează exploatarea tuturor operatorilor și controlează respectarea unor procedee corecte și sigure de către aceștia. El trebuie să posede cunoștințe practice, amănunțite ale părților CAE, precum și asupra aspectelor tehnice de exploatare în ansamblu a centralei.

Un specialist în reactoare, denumit inginer de reactoare, are sarcina exclusivă de a urmări funcționarea reactoarelor, sistemele sale de reglare și comandă și instrumentele de măsură și supraveghere ale acestora. El are o muncă de nivel superior și trebuie să stăpînească perfect toate problemele reactorului, pentru a putea da instrucțiuni privind exploatarea reactoarelor.

Inginerul de serviciu pe întreaga centrală este responsabil pentru exploatarea întregii centrale în timpul schimbului său. El trebuie să aibă o practică îndelungată și experiență de exploatare.

În plus, față de celelalte persoane enumerate mai sus, inginerul de serviciu are în subordonarea sa și alte compartimente, cum sînt: secția chimică, igienă industrială și întreținere.

Formarea personalului trebuie făcută ținînd cont de funcția fiecărei persoane și ea comportă o parte teoretică și una practică. Articolul descrie diversele aspecte ale muncii de formare cu personalul, dintre care o seamă sînt generale și nu diferă de cele de la centralele electrice clasice, în timp ce altele sînt specifice acestui nou tip de centrale.

a.c.m.

Energia atomică și rețeaua interconectată în Marea Britanie. *Atom und Strom*, anul IV (1958) nr. **7**, p. 59—60. Anexă la *Elektrizitätswirtschaft*, vol. 57 (1958) nr. **13**

621.311:621.039(42)

Inginerul șef F. J. Lane al rețelei interconectate britanice analizează consecințele introducerii energiei atomice asupra structurii rețelei interconectate.

Întrucît 2/5 din consumul britanic de energie electrică se găsește mai la sud de zona zăcămintelor de cărbune, în această zonă situată sub o linie ce este trasată de la canalul Bristol la Wash, energia atomică trebuie să joace un rol predominant.

Cu creșterea ponderii energiei atomice va avea loc în viitor o încetinire a necesității de transport al energiei electrice pe distanțe mari spre regiunea de sud. Cu toate acestea, primul program de CAE, care prevedea instalarea pînă în 1965 a 1,5—2 milioane kW în CAE, nu a avut repercusiuni importante asupra planurilor de extindere a rețelei interconectate. Mărirea acestui program la 5—6 milioane kW, ce a avut loc în martie 1957, a condus la amînarea construcției liniei de 275 kV spre sudul țării.

Se ajunge totuși la concluzia că prin încadrarea energiei atomice în alimentarea cu energie electrică a țării, nu se va reduce importanța rețelei interconectate, întrucît chiar acele părți din instalațiile de transport care se vor elibera mai tîrziu prin dezvoltarea energiei atomice, vor fi absorbite de necesitățile alimentării locale cu energie, datorită creșterii consumului respectiv. De aceea, chiar în noile condiții, dezvoltarea energiei atomice nu va schimba fundamental orientarea în construcția și exploatarea instalațiilor de transport.

Deoarece din multe motive centralele atomoelectrice se construiesc încă în regiuni relativ izolate, rețeaua de 275 kV va fi necesară pentru aducerea puterilor în centrale de consum. Pe fiecare dintre cele două circuite ale unei linii de 275 kV se pot transporta peste 500 MW, în timp ce capacitatea de transport a unei linii de 132 kV este de numai 100 MW pe circuit.

În timp ce în primele trei CAE în construcție se instalează cîte două reactoare cu o putere electrică fiecare de 150 MW, iar în centrala Hinkley Point sînt prevăzute două reactoare cu putere unitară peste 250 MW, se arată că este posibil a se construi în viitor reactoare cu puteri mai mari de 4 000 MW.

Paralel cu această concentrare pe mai puține reactoare de putere mai mare, se desfășoară noi posibilități de scădere a prețului de producție în viitoarele CAE. În martie 1958 s-a arătat că în 1962 producerea de energie electrică în centralele atomoelectrice va fi mai ieftină decît în centralele clasice pe cărbune. Dacă actuala tendință de ameliorare a progresului tehnic în domeniul energiei atomice se menține, iar prețurile cărbunelui continuă să crească, în 1982 energia electrică produsă de CAE nu va mai costa nici jumătate decît cea din centralele clasice.

i.s.

Fuziunea termonucleară. L u s t. R. *Atomwirtschaft*, vol. 3 (1958), nr. 11, pag. 419—422, 45 ref. bibl.

621.039

În timp ce prima conferință pentru folosirea pașnică a energiei atomice de la Geneva din 1955 își datorează o parte din marea ei importanță primelor publicații mai detaliate asupra reactorilor nucleari de fisiune, cea de a 2-a conferință din sept. 1958 este caracterizată prin primele comunicări asupra fuziunii termonucleare controlate.

Lucrările înaintate în acest domeniu, din care se citează bibliografic 45 din cele mai importante, au fost atît de numeroase încît nu au putut fi expuse în ședința plenară și cele 5 ședințe de specialitate dedicate acestui domeniu. Pe lîngă lucrări sînt de citat și instalațiile de cercetare expuse de URSS, SUA și Anglia, din care o parte în funcțiune. În articol se descriu și comentează principalele rapoarte și instalații.

În concluzie se poate constata că deși în ultimii ani s-au făcut progrese remarcabile în domeniul fuziunii termonucleare controlate, totuși mai sînt mari greutăți de învins înainte ca să se poată construi o instalație care să livreze mai multă energie decît consumă. Pînă acum nu s-au realizat decît temperaturi de cîteva milioane de grade și durate de cîteva milisecunde față de circa 100 milioane grade și durate de secunde cît sînt necesare.

i.s.

Situația actuală a producerii și consumului de toriu. K a p l a n G. E., Z e r e m b o I. T. și U s p e n s k a i a T. *A*, *Atomnaie Energhia* nr. 8/1958, pag. 147—145.

546.79

În baza cercetărilor datelor statistice și publicațiilor din 40 de surse bibliografice se prezintă situația actuală a producerii și consumului de toriu îndeosebi în domeniul obținerii diferitelor aliaje și al folosirii în ramuri industriale în afară de energetică nucleară. Se descriu metodele de obținere a toriului sub diferite forme, în special în SUA, Brazilia, India și alte țări, unde există întreprinderi specializate în acest domeniu.

g.c.

СОДЕРЖАНИЕ

621.311.1.027.3.(063)(100) CIGRÉ

Mihăileanu C.: **XVII Сессия Международной Конференции крупных электросетей (CIGRÉ),** стр. 93

621.311.1.027.3.(063)(100) CIGRÉ

Budeanu C.: **Отчет об основных представленных докладах и о прениях на рабочих заседаниях XVII Сессии CIGRÉ**

Energetica VII (1959) №. 3, стр 94

621.181.001/4

Sabău I.: **К вопросу рационального определения области правильного ступенчатого парообразования**

Автор разбирает ряд теоретических вопросов, положенных в основу расчета котлов со ступенчатым парообразованием и предлагает критерий определения области работы в нормальных условиях ступенчатого парообразования, применительно к химическому режиму воды, в зависимости от рабочего давления. В заключение приводятся практические примеры.

Energetica VII (1959) №. 3, стр. 106

662.99

Staicu C. I., Beldiman M. T.: **Определение предела периода нагрева**

Ввиду того, что в специальной литературе отсутствуют указания относительно определения пределов периода нагрева, описывается аналитический метод их определения, учитывающий тепловой баланс зданий. Данный метод применялся для условий города Бухареста.

Energetica VII (1959) №. 3, стр. 109

621.316.1

Costin E.: **Об определении напряжения и периодичности предупредительных испытаний высоковольтных кабельных сетей.**

На основе проведенных исследований обсуждается критерий определения необходимости проведения предупредительных испытаний городских кабельных сетей, а также оценки напряжения и оптимальной частоты предупредительных испытаний.

Energetica VII (1959) №. 3, стр. 113

627.12.001

Solomon S.: **Приблизительный метод расчета распределения стока на площади гидрографического бассейна**

Описывается метод определения удельного стока, путем коррелирования со средней высотой, средним уклоном и степенью облесенности бассейна. Применение метода рекомендуется главным образом для расчета поверхностного гидроэнергетического потенциала бассейнов.

Energetica VII (1959) №. 3, стр. 123

В ПОМОЩЬ ЭКСПЛОАТАЦИИ

621.316.9

Chensbraun I.: **Схема гомополярной прямой защиты включения между шинами**

Дается описание аварии, имевшей место на одной электростанции, вследствие неправильной схемы вторичных цепей питания гомополярной направленной защиты, а также указывается способ исправления схемы.

Energetica VII (1959) №. 3, стр. 125

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

621.311.1(51)

Энергетика китайской народной республики, стр. 117

ДОКУМЕНТАЦИЯ, стр. 131
РЕЦЕНЗИИ, на 3-ей обложке

INHALTSVERZEICHNIS

621.311.1.027.3.(063)(100) CIGRÉ

Mihăileanu C.: die 17. **Tagung der Internationalen Konferenz der Hochspannungsnetze (CIGRÉ).** S. 93

621.311.1.027.3.(063)(100) CIGRÉ

Budeanu C.: **Bericht über die der 17. Tagung der Internationalen Konferenz der Hochspannungsnetze (CIGRÉ) vorgelegten bedeutend Beiträge sowie über die Tätigkeit der Arbeitsausschüsse.**

Energetica, VII (1959), H. 3, S. 94

621.181.001/4

Sabău I.: **Beitrag zur Bestimmung des eigentlichen Betriebsbereichs der stufenweisen Verdapfung.**

Es werden einige grundlegende theoretische Betrachtungen, den Betrieb von Kessel mit stufenweiser Verdapfung betreffend aufgestellt und die Merkmale für die Abgrenzung des Bereichs vorgeschlagen, in welchen die stufenweise Verdampfung mit Rücksicht auf die chemischen Eigenschaften des Wassers in Abhängigkeit vom Betriebsdruck einwandfrei betrieben werden kann. Einige Beispiele aus der Praxis werden angeführt.

Energetica, VII (1959), H. 3, S. 106

662.99

Staicu C. I., Beldiman M. T.: **Bestimmung der Grenzen der Heizperioden.**

Da in der Fachliteratur keine Richtlinien für die Bestimmung der Grenzen der Heizperioden vorliegen, wir ein analytisches Verfahren für die Bestimmung jener Grenzen ausgearbeitet, welches den Wärmehaushalt der Gebäude in Betracht zieht. Das Verfahren wurde auf die in Bukarest bestehenden Verhältnisse angewendet.

Energetica, VII (1959), H. 3, S. 109

621.316.1

Costin E.: **Ueber die Bestimmung der Spannung und der Termine für vorbeugende Versuche in Hochspannungskabelnetzen.**

Es werden, auf Grund der in einem groszstädtischen Hochspannungskabelnetz gemachten Betriebserfahrungen, die Merkmale für die Bestimmung der Notwendigkeit und der optimalen Termine vorbeugender Versuche, sowie die Wahl der Versuchsspannung erörtert.

Energetica VII (1959) H. 3, S. 113

627.12.001

Solomon S.: **Ueberschlägliches Verfahren zur Bestimmung der Abflussverteilung innerhalb eines Einzuggebietes.**

Darstellung eines Verfahrens zur Bewertung des spezifischen Abflussessim Verhältnis zur mittleren Höhe, zum mittleren Gefälle und zur Bewaldung des Zuflussgebietes. Das Verfahren eignet sich im besonderen für die Berechnung des Flächenwasserkraftpotentials von Einzuggebieten.

Energetica. VII (1959), H. 3, S. 123

FÜR DAS BETRIEBSPERSONAL

621.316.9

Chenzbraun I.: **Schaltbild des gerichteten homopolaren Schutzes von Sammelschienenkupplungen.**

Es wird ein Betriebsausfall beschrieben, der in einem Kraftwerk infolge der Unzulänglichkeit der sekundären Speisung des gerichteten homopolaren Kuppelschalterschutzes entstand sowie Mittel zur Richtigstellung des Schaltbildes.

Energetica 3, VII (1959), H. 3, S. 125

ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND

621.311.1/51

Die Energiewirtschaft der Chinesischen Volksrepublik, S. 127

DOKUMENTATION, S. 131
REZENSIONEN, 3. Umschlagseite.

SOMMAIRE

621.311.1.027.3(063) (100) CIGRÉ

Mihăileanu C.: **La XVII-ème Session de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques (CIGRÉ).** p. 93

621.311.1.027.3(063) (100) CIGRÉ

Budeanu C. : **Comte rendu des principaux rapports présentés et des débats des séances de travail de la XVII-ème Session de la CIGRÉ.**

Energetica, VII (1959), No. 3, p. 94

621.181.001/4

Sabău I. : **Contributions à la détermination rationnelle des domaines corrects de fonctionnement de la vaporisation étagée.**

L'article représente une contribution aux problèmes regardant le fonctionnement des chaudières à vaporisation étagée. L'auteur fait ressortir certains aspects théoriques qui forment la base de cette méthode et propose un critérium pour délimiter le domaine correct du fonctionnement de la vaporisation étagée, concernant le régime chimique de l'eau, en fonction de la pression de service.

Energetica, VII (1959), No. 3, p. 106

662.99

Staicu C. I., Beldiman M. T. : **Etablissement des limites de la période de chauffage.**

Les critériums fondamentaux pour établir les limites de la période de chauffage ne se trouvent pas dans la littérature de spécialité. Les auteurs présentent une méthode analytique d'établissement de ces limites, qui considère le bilan thermique des constructions : la méthode a été appliquée aux projets élaborés pour Bucarest.

Energetica, VII (1959), No. 3, p. 109

621.316.1

Costin E. : **La détermination de la tension et de la périodicité des essais préventifs dans les réseaux de cables à haute tension.**

A base des expériences faites dans les réseaux de quelques villes importantes, on discute les critériums de détermination de la nécessité des recherches préventives dans les réseaux urbains de cables, ainsi que l'évaluation de la tension et de la fréquence optimum des expériences préventives.

Energetica VII (1959) No. 3 p. 113

627.12.001

Solomon S. : **Méthode approximative de détermination de la distribution de l'écoulement de surface dans un bassin hydrographique.**

L'article démontre une méthode de détermination de l'écoulement spécifique en correlation avec la hauteur moyenne, la pente moyenne et le boisement du bassin. La méthode est surtout indiquée pour calculer le potentiel hydroélectrique de surface des bassins.

Energetica, VII (1959) No. 3, p. 123

POUR LE PERSONNEL DE L'EXPLOITATION

621.316.9

Chenzbraun I. : **Schéma de la protection homopolaire directionnelle du couplage entre les barres.**

L'auteur décrit l'avarie d'une centrale électrique à la suite d'une conception erronée des circuits secondaires d'alimentation de la protection homopolaire directionnelle du couplage. Il corrige aussi le schéma de l'installation.

Energetica, VII (1959), No. 3, p. 125

L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A L'ETRANGER

621.311.1(51)

L'énergie dans la République Populaire Chinoise, p. 127

DOCUMENTATION, p. 131

RECENSIONS, 3-ème page de la couverture

CONTENTS

621.311.1.027.3(063) (100) CIGRÉ

Mihăileanu C.: **The XVIIth Session of the International Conference of Great Electric Networks (CIGRÉ).** p. 93.

621.311.1.027.3(063) (100) CIGRÉ

Budeanu C. : **Report on the most important papers and discussions of the working sittings of the CIGRÉ's XVII Session.**

Energetica, VII (1959), Nr. 3, p. 94

621.181.001/4

Sabău I. : **Contribution to a rational determination of regular working domains for staged vaporisation.**

The article represents a contribution to the problems concerning the operating of staged vaporisation boilers. Some theoretical aspects of this method are underlined and a criterium is proposed for delimitating the domain of regular functioning of staged vaporisation, regarding the chemical regime of water, at the basis of working pressure. Some examples are given.

Energetica, VII (1959), Nr. 3, p. 106

662.99

Staicu C. I., Beldiman M. T. : **Establishing of the heating period limits.**

No fundamental criteria are found in the specialized press for establishing the heating period limits. An analytical method is shown, which considers the thermal balance of the buildings; the method was applied to projects studied for Bucarest.

Energetica, VII (1959), Nr. 3, p. 109

621.316.1

Costin E. : **Determining voltage and period of preventive experiences in high voltage cable networks.**

On the basis of experiences conducted in big city networks, are discussed the criteria for determining the necessity of preventive experiences in town cable networks, also those for appreciating optimum voltage and frequency of preventiv experiences.

Energetica, VII (1959), No. 3, p. 113

627.12.001

Solomon S. : **Am approximate method for determining theddistribution of surface flow in a hydrographie basin.**

The author shows a method for determining a specific flow in connection with medium height, medium slope and afforestation of the basin. The method is specially designed to compute the hydroenergetic potential of the basin's area.

Energetica, VII (1959), Nr. 3, p. 123

FOR THE MAINTENANCE TEAM

621.316.9

Chenzbraun I. : **Diagram of homopolar directional protection of a coupling between busbars.**

The author describes a breakdown in a power plant, caused by the erroneous conception of a homopolar directional protection in the secondary feeding circuit of the coupling. He also corrects the installed wire diagram.

Energetica, VII (1959), Nr. 3, p. 125

ELECTRICITY ABROAD

621.311.1(51)

Power in the Chinese Republic, 127

DOCUMENTATION, p. 131

BOOK REVIEWS, on the third cover

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1959

CĂRȚII NOI

P. A. PETROV: Instalații energetice nucleare Gosudarstvenoe energheticescoe izdatelstvo Moscova, Lenigrad (1958), 256 pag, 99 fig.

621.311.22 : 621.039

Cartea reprezină lecțiile de curs ținute de P.A. Petrov la Institutul de Energetică din Moscova, în anii 1956/1957. În această lucrare autorul prezintă o serie de metode de calcul termic al reactorilor energetici cu neutoni termici cît și calculul fizic al lor pe baza teoriei difuziei neutronilor.

Lucrarea începe metodic, cu introducerea cititorului în problemele de bază ale fizicei nucleare și cu aspecte generale asupra reacțiilor nucleare, probleme care sînt tratate în primele două capitole.

Deoarece centralele nucleare introduc un element nou și revoluționar față de centralele clasice, reactorul nuclear, în cap. III, autorul se ocupă de fizica reactorilor nucleari — bazată pe aproximația teoriei difuziei și, fără a încerca să intre în detaliile demonstrațiilor, reușește să dea o vedere de ansamblu asupra problemelor mai importante din teoria reactorilor cît și soluțiile lor. Sînt studiate prin altele distribuția fluxului neutronilor în reactori, deoarece aceasta determină și degajările de căldură, și problema dimensiunilor critice.

Diferitele aspecte ale problemei funcționării reactorilor cu neutroni termici sînt analizate în cap. IV, unde sînt tratate o serie de efecte caracteristice reactorilor ca efectul de otrăvire, coeficientul de temperatură al reactivității, degajarea căldurii după oprirea funcționării și altele.

Întrucît la funcționarea reactorilor nucleari se produc o serie întreagă de radiații periculoase pentru personalul de exploatare, problema protecției biologice este una din cele mai importante la calcularea reactorilor și, pentru acest motiv, autorul lucrării îi consacră cap. V. Sînt studiate printre altele protecția împotriva radiațiilor γ și împotriva neutronilor.

Specificul facultății la care a fost predat cursul fiind termoenergetica, s-a dat o importantă extindere problemelor termice care se întîlnesc la proiectarea reactorilor nucleari. Se poate spune chiar că cap. VI care tratează acest subiect este unul din cele mai importante capitole. Sînt studiate diferite tipuri de canale de răcire cu diferite geometrii de bare combustibile. Cel mai amplu tratată în acest capitol este problema degajărilor de căldură de către elementele combustibile și cea a răcirii lor.

Reactorii nucleari au ridicat și problema unor materiale speciale și cu o puritate extrem de mare. În acest scop, în cap. VII sînt studiate prin prisma proprietăților lor fizice toate materialele ce sînt utilizate la construcția reactorilor nucleari începînd de la combustibil, moderator și terminînd cu materialele de construcție. Tot în cadrul acestui capitol mai este studiată problema tensiunilor termice ce apar în elementele combustibile în urma degajărilor termice care se produc.

În cap. VIII sînt descrise cîteva centrale nucleare în funcțiune și caracteristicile lor tehnice.

Cap. IX se ocupă cu problemele economice ale centralelor electrice pe bază de energie nucleară cît și de problema determinării randamentului unor astfel de instalații. De asemenea, se prezintă și formula de calcul al prețului de cost al kWh — produs de centrală.

În continuare, cartea conține o aplicație numerică de calcul al unei centrale nucleare începînd de la calculul termic și fizic al reactorului pînă la parametrii instalației producătoare de energie electrică, calculul ciclului termic, etc. Acest exemplu în care sînt aplicate practic majoritatea formulelor importante din curs, constituie o ușurare în asimilarea de către studenți a materialului conținut în curs.

În concluzie, menționăm că menținîndu-se la un nivel accesibil studenților facultăților de energetică, lucrarea reușește să dea un cuantum de cunoștințe cu care viitorii ingineri termoenergeticieni, cît și ceilalți ingineri ce se interesează de aceste probleme, să poată ataca studiul unor probleme speciale din teoria și tehnica reactorilor nucleari.

Ing. Alex. Ștefănescu

R. STEPHENSON. Introducere în tehnica nucleară. Gosudarstvenoe izdatelstvo tehnico-teoreticescoi literaturi, Moscova (1956), 536 pag. 132. fig.

621.039

Deși scrisă înaintea primei conferințe internaționale de la Geneva pentru folosirea în scopuri pașnice a energiei atomice (ediția engleză a apărut în 1954), lucrarea rămîne un ghid prețios pentru inginerii și fizicienii care se specializează în problemele tehnicii reactoarelor nucleare.

Capitolul I tratează o serie de probleme de bază ale fizicii nucleare, ca structura nuclelului, radioactivitatea, reacții nucleare etc., probleme strict necesare la înțelegerea capitolelor următoare.

Capitolul II se ocupă de fisiunea nucleelor grele și diferitele particularități ale acestui fenomen interesant, și în termeni mai generali, despre reacția de fisiune în lanț.

Clasificarea reactoarelor după diferitele tipuri se face în capitolul III, unde pe baza acestei clasificări sînt descrise o serie de reactoare reprezentative pentru fiecare tip în parte. Se dau detalii tehnice ale celor mai simple reactoare omogene, de tip boiler și terminînd cu cele mai dificile de proiectat și exploatat, reactoarele cu neutroni rapizi. De asemenea, nu sînt omise nici reactoarele regenerative,la care combustibilul se reface în timpul funcționării lor.

Capitolul IV, care este cel mai important și de altfel și cel mai extins, tratează teoria reactoarelor sub o formă condensată. Capitolul începe cu teoria încetinirii neutronilor în diferite medii și continuă cu studiul celor patru factori care intră în calculul coeficientului de multiplicare k al reactorului. Studiul este făcut pentru cazul unui mediu omogen, cît și pentru o rețea eterogenă. Se continuă studiul difuziei neutronilor, teoria vîrstei stabilită de E. Fermi, se deduce ecuația critică și dimensiunile critice ale unui reactor fără reflector și cu reflector. În sfîrșit, sînt analizate o serie de metode experimentale de determinare a masei critice.

Capitolul V se ocupă de problema protecției împotriva radiațiilor și începe cu definiția unităților de măsură din dozimetrie, și continuă cu studiul diferitelor tipuri de radiații și interacțiunea lor cu diferite substanțe cît și cu problema protecției împotriva radiațiilor.

Materialele utilizate la construcția reactoarelor nucleare sînt analizate în capitolul VI. Sînt studiate proprietățile fizice ale substanțelor și influența radiațiilor asupra lor. După analiza combustibilului nuclear începe studiul materialelor care se utilizează ca moderatori H_2O, O_2 CO, Be și BeO, apoi al fluidelor de răcire, al materialelor de protecție, al materialelor de construcție și mai ales al metalelor speciale ca Al pur, Zr etc.

Capitolul VII tratează aparatura și dispozitivele necesare reglajului funcționării reactoarelor. Sînt analizate problemele specifice reglării reactoarelor termice și rapide, cît și problema unor măsurători legate de evoluția în timp a reactoarelor și problema pornirii reactoarelor.

În capitolul VIII este tratată problema separării izotopilor prin diferite metode. Acest capitol interesează mai mult personalul științific, care se ocupă cu studiul obținerii diferiților izotopi de substanțe moderatoare, de exemplu deuteriu în D_2O sau V-235 pentru îmbogățirea combustibililor nucleari.

Penultimul capitol (capitolul IX) tratează problemele chimice ale energeticii nucleare, în special problema separării plutoniului din combustibilul nuclear consumat, problema dezactivărilor și a îndepărtării produselor de fisiune etc.

În capitolul X și ultimul, se ocupă cu probleme legate de manipularea și lucrul cu substanțe radioactive, camere și laboratoare fierbinți, geamuri speciale de protecție împotriva radiațiilor pentru astfel de laboratoare, manipulatori mecanici de la distanță, conteinere pentru substanțe radioactive și alte probleme legate de acest subiect.

Cu singura rezervă că în urma titlului pe care îl are lucrarea, autorul trebuia să dea o extindere importantă și problemelor legate de răcirea reactoarelor și a schimbului de căldură în ei, care sînt tratate numai succint în cîteva ocazii, cartea luată în ansamblu, poate fi recomandată ca una dintre cele mai bune — acelora care intenționează să se specializeze în tehnica nucleară.

Ing. Alex Ștefănescu

LEI 5

E 2039

REFERALVA

R

ENERGETICA

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
DEMAN - CSERE
VYMIANA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

4

Energetica — Bucureşti

Anul VII ★ aprilie

1959

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. ing. I. D. STĂNCESCU, redactor responsabil, conf. ing. C. MIHĂILEANU, redactor responsabil adjunct, conf. ing. I. A. BADEA, prof ing. M. BERCOVICI, membru corespondent al Academiei R. P. R., laureat al Premiului de Stat, ing. M. COGĂLNICEANU, conf. ing. E. CONSTANTINESCU, ing. P. DIMO, laureat al Premiului de Stat, prof. ing. C. DINCULESCU, membru corespondent al Academiei R. P. R., ing. V. HERESCU, conf. ing. N. MOLDOVEANU, prof. ing. C. PENESCU, ing. T. POPA, ing. S. SĂNDULESCU, și ing. P. VICOL

RECOMANDĂRI PRIVIND ÎNTOCMIREA ARTICOLELOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

— *Lucrările ce pot fi prezentate spre publicare sînt de importanță generală, tehnico-științifice, speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.*

— *Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.*

— *Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.*

— *Lucrările care au mai fost trimise și la alte publicații, publicate integral sau parțial, nu mai pot fi trimise redacției spre publicare.*

— *Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit, problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 6—8 rînduri, se va anexa lucrării.*

— *In introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemena se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.*

— *Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiilor posibile.*

— *Anexele pot cuprinde demonstrații originale sau absolut necesare înțelegerii formulelor din text; de asemenea în anexe se pot da exemple de calcul.*

— *Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.*

— *Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului. Pentru demonstrații se vor alcătui anexe.*

— *Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, germane etc.*

— *Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet, tradus în romînește, ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet tradus în romînește revista tomul, anul, numărul, paginile.*

— *Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.*

— *Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. In notă se vor indica: titluri academice, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.*

— *Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora pentru publicare.*

— *Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări față de manuscris.*

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R. P. R. și al Ministerului Industriei Grele. Redacția: București, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 16.78.78 — Administrația și Casieria: București, Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon: 14.06.24— Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediile filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară precum și prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicațiile Tehnice A S.I.T. 070124 B.R.P.R. Filiala I.V. Stalin — București — Tarif pentru întreprinderi: lei 100 anual. — Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual — Prețul unui exemplar: lei 5. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică Nr. 3, București.

E 2039

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

ENERGETICA

ANUL VII Nr. 4 APRILIE 1959

SUMAR

Preocupări şi realizări energetice actuale, p. 137

662.61 : 662.642 : 662.8

Pănoiu N. : **Unele aspecte ale măcinării ligniţilor cu ajutorul morii ventilator**

Se dau rezultatele obţinute la măcinarea ligniţilor cu ajutorul morii ventilator în R. P. Bulgaria, pe baza cărora autorul subliniază necesitatea preocupării tehnicienilor din ţara noastră în vederea studierii şi aplicării rezultatelor obţinute în construcţia de cazane şi exploatările energetice de la noi. De asemenea, se subliniază economicitatea acestei metode în tehnica preparării prafului de cărbune.

Energetica **VII** (1959), nr. 4, p. 144

662.825 : 621.311.22

Ghia V. : **Stabilirea în timpul funcţionării a deteriorărilor ce pot apărea la instalaţiile pentru preîncălzirea aerului**

Se dau relaţiile pentru determinarea pierderilor de presiune şi de fluid în preîncălzitoare de aer, recuperatoare şi se propune o metodă pentru determinarea în timpul funcţionării a defectelor ce pot apărea la un recuperator. Se indică corecturile ce trebuie aduse valorilor determinate experimental pentru a se ţine seama de schimbările de temperatură ale aerului, care ar putea să apară faţă de cazul iniţial luat ca bază de comparare.

Energetica **VII** (1959), nr. 4, p. 146

621.316.11.001.24

Potolea E. : **Extinderea domeniului de utilizare a meselor de calcul de curent continuu**

Se indică o extindere a domeniului de utilizare a meselor de calcul de curent continuu, la determinarea căderilor de tensiune şi a pierderilor de putere în reţelele electrice buclate. Metodele sînt verificate de rezultatele experimentale obţinute pe masa de calcul a I.S.P.E.-ului.

Energetica **VII** (1959), nr. 4, p. 150

621.313.001.24

Baciu A. : **Determinarea reactanţelor supratranzitorii la generatoarele sincrone trifazate**

Se dau trei exemple de calcul şi măsurători efectuate pe generatoarele unei centrale electrice din ţară şi se trag concluzii generale asupra metodei folosite şi asupra măsurătorilor executate.

Energetica **VII** (1959), nr. 4, p. 157

621.311.21 : 621.65/67

Stegăroiu P. : **Uzine hidroelectrice cu acumulare prin pompare**

Articolul tratează problema uzinelor hidroelectrice cu acumulare prin pompare, prezentînd diferitele criterii de clasificare. Totodată, se prezintă şi aspecte ale folosirii acestor uzine în condiţiile ţării noastre.

Energetica **VII** (1959), nr. 4, p. 166

ENERGETICA PESTE HOTARE ● DOCUMENTARE ● DIN ACTIVITATEA ASIT ● CĂRŢI SOVIETICE NOI.

LUCRĂRI DE SPECIALITATE DIN PUBLICAȚIILE ROMÎNEȘTI

Popovici N. : **Valorificarea căldurii în industria acidului sulfuric.** Revista de Chimie, anul **X** (1959) Nr. 3, p. 134

Georgescu P. și *Bratu Cr.* : **Indepărtarea apelor reziduale cu conținut de substanțe radioactive.** Hidrotehnica, anul **III** (1958), Nr. 10, p. 387

Pavel D. : **Contribuție la hidroenergetica centralelor maremotrice.** Hidrotehnica, anul **III** (1958) Nr. 11—12, p. 397

Nicolau A. : **Probleme în construcția turbogeneratoarelor de mare putere.** Electrotehnica, anul **VI** (1958) Nr. 10, p. 359

Suciu G. C. și *Dobrinescu D.* : **Controlul arderii combustibililor petrolieri.** Petrol și Gaze, anul **IX** (1958) Nr. 11, p. 495

Mărășescu C. : **Normarea consumului de energie și indicii tehnico-economici în rafinăriile de petrol (I).** Petrol și Gaze, anul **X** (1959), Nr. 2, p. 68

Cazacu C.: **Unele aspecte ale arderii rumegușului în cazane industriale.** Industria lemnului, anul **VIII** (1958), Nr. 3, p. 103

Blum I. și *Rosenberg M.* : **Cu privire la unele aspecte tehnico-economice ale prelucrării și valorificării cărbunilor bruni lemnoși din R.P.R. VI. Semicarbonizarea ligniților.** Revista Minelor, **IX** (1958), Nr. 9, p. 402

Blum I. și *Rosenberg M.* : **Cu privire la unele aspecte tehnico-economice ale prelucrării și valorificării cărbunilor bruni lemnoși (ligniți) din R.P.R. VII. Brichetarea cu liant a semicocsului de lignit.** Revista Minelor, anul **IX** (1958), Nr. 11, p. 498

Grecu T. : **Tendințe actuale în construcția turbinelor cu abur.** Metalurgia și construcția de mașini, anul **X** (1958), nr. 12, p. 1 065.

ENERGETICA

ANUL VII
1959
Nr. 4
APRILIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

Preocupări și realizări energetice actuale

Prof. ing. *IOAN D. STĂNCESCU*

Este încă prea devreme pentru ca pe baza cifrelor de producție și consum de energie să se poată face pe plan mondial o examinare și analiză corespunzătoare a energeticii în 1958. Se consideră totuși oportun ca în pragul dezbaterii proiectului planului economic al dezvoltării economiei noastre naționale pe perioada 1960—1965, să se prezinte pentru informarea energeticienilor noștri o privire de ansamblu asupra principalelor preocupări și realizări tehnice caracteristice anului trecut.

În afara expunerii relative la importanta creștere și schimbare de structură a balanței globale energetice a U.R.S.S. pentru perioada 1959—1965, prezentarea se va limita la domeniul energiei electrice, incluzînd și pe cel al alimentării centralizate cu căldură în măsura în care căldura este produsă combinat cu energia electrică în regim de termoficare.

1. Balanțe energetice globale

Preocuparea pentru întocmirea balanțelor energetice globale își face încet dar sigur drum.

În legătură cu dezvoltarea de perspectivă a balanțelor energetice este de menționat ritmul deosebit al creșterii consumului de energie și schimbarea esențială de structură a balanței energetice a U.R.S.S. în perioada 1959—65. Așa cum reiese din cifrele de control ale dezvoltării economiei naționale a U.R.S.S. adoptate între timp de cel de al XXI-lea Congres al PCUS pentru această perioadă, în acest interval ponderea petrolului și gazelor în volumul total al producției combustibililor va crește de la 31% la 51% în 1965, în timp ce cota cărbunilor se va reduce de la 60% la 43%. Extracția de petrol va atinge 230—240 milioane tone în 1965 crescînd de peste două ori față de 1958, iar extracția gazelor va crește de la 29,8 miliarde m³ în 1958 la 150 miliarde m³ în 1965. Deși ritmul de dezvoltare al extracției de cărbune va fi mai redus, totuși extracția va spori ca valoare absolută cu 21—23%. Producția de energie electrică va spori la rîndul ei de la 233 TWh în 1958 la 500—520 TWh în 1965.

Noua orientare spre folosirea mai largă a gazelor naturale și a combustibililor lichizi pentru satisfacerea masivelor cereri de combustibil necesar producerii energiei electrice, consumului industrial și transporturilor asigură o mare economie de muncă și contribuie esențial la accelerarea ritmului de dezvoltare a economiei naționale. Astfel economiile realizate de pe urma înlocuirii cărbunelui cu gaze și cu petrol se vor cifra pentru cei 7 ani la peste 125 miliarde ruble, sumă egală cu cea alocată construirii tuturor centralelor electrice și rețelelor electrice și termice. Această importantă schimbare de structură a balanței combustibililor a fost posibilă datorită marii creșteri a rezervelor de gaze naturale și petrol ce au putut fi stabilite în ultimul timp în U.R.S.S., mărimea acestor rezerve permițînd acest apel masiv pentru scopurile arătate fără ca celelalte categorii de consum ca de ex. cel gospodăresc și comunal sau cel ca materie primă pentru industria chimică să sufere. În același timp s-au descoperit în partea răsăriteană a U.R.S.S. și mari rezerve de cărbuni în condiții de zăcămînt atît de favorabile încît costul extracției va fi sub o treime din cel pentru cărbunele exploatat subteran în bazinul Donețului.

Problemele legate de sporuri atît de mari de consum cît și posibilitatea și oportunitatea unor schimbări de structură cu consecințe atît de importante în ceea ce privește folosirea resurselor energetice primare pentru acoperirea lor au luat în U.R.S.S. o astfel de amploare, încît elaborarea bazelor științifice ale întocmirii unei balanțe energetice globale care să prevadă folosirea optimă a tuturor felurilor de resurse energetice este considerată acum ca una din principalele probleme ale oamenilor de știință sovietici.

Şi comună tuturor preocupărilor de balanţă energetică globală, creşteri de consum, căutarea de noi rezerve etc. rămîne în toate ţările marea întrebare asupra felului şi ponderii intervenţiei energiei nucleare, al cărui ritm probabil este încă departe de a putea fi fixat, dar care va putea aduce schimbări de politică energetică hotărîtoare, în funcţie de dezvoltarea tehnicii şi mai ales a economiei instalaţiilor de producere respective.

2. Energia hidraulică

Folosirea resurselor hidraulice pentru producerea energiei electrice, mai ales dacă această utilizare este legată şi de folosinţe în alte direcţii, continuă să rămînă pe primul plan. Totuşi este de luat în considerare, în cazul existenţei unor mari rezerve de combustibil, dacă nu este oportun din punctul de vedere al întregii economii naţionale de a renunţa temporar la clasicile ei avantaje ca energie obţinută din surse inepuizabile şi mai ieftină ca preţ de cost, pentru a folosi cu mai mare eficienţă economică diferenţa de efort faţă de cel cerut de realizarea aceleiaşi puteri în centrale termoelectrice. În această privinţă este de relevat linia adoptată în U.R.S.S. pentru perioada pînă în 1965, perioadă în care accentul va fi pus pe construcţia de centrale termoelectrice. Această hotărîre se explică prin faptul că s-a constatat că în U.R.S.S. un kW instalat în centrale hidroelectrice costă de 4—6 ori mai mult decît unul instalat în centrale termoelectrice foarte mari şi consumînd cărbuni ieftini, gaze naturale sau păcură. Totodată termenele de execuţie ale centralelor hidroelectrice —cu toate că ele au fost relativ foarte scurte în U.R.S.S. pentru ultimele mari lucrări — sînt sensibil mai lungi decît cele pentru centralele termoelectrice. Or, cu diferenţa de investiţii economisită se poate instala putere în plus şi mai repede în centrale termoelectrice, cîştigîndu-se prin aceasta *timp*, un element hotărîtor în întrecerea paşnică cu ţările capitaliste. În felul acesta, costul relativ mai ridicat al energiei electrice produse pe cale termică va fi compensat prin ridicarea productivităţii muncii în celelalte ramuri ale economiei naţionale, care beneficiind mai devreme de electrificare pot introduce mai repede mecanizarea şi automatizarea producţiei. Dar sînt cazuri în care condiţii deosebit de favorabile, ca de ex. cele ale zăcămintelor de cărbuni de la Krasnoiarsk, Kremerov ş.a., fac ca energia termoelectrică să nici nu coste mai scump decît cea obţinută în centrale hidroelectrice. S-a subliniat însă că accentuînd construcţia centralelor termoelectrice, U.R.S.S. nu reduce construcţia centralelor hidroelectrice, în planul septenal fiind prevăzută o putere totală de 10 000 MW în noi unităţi hidroenergetice, faţă de 7 400 MW în cei 7 ani anteriori. În această putere se încadrează şi terminarea centralelor de la Stalingrad şi de la Bratsk.

Prin intrarea în funcţiune în 1958 a ultimelor grupuri, CHE V. I. Lenin de la Kuibîşev a devenit, cu 2 100 MW şi cu o producţie medie anuală de 11,4 TWh, cea mai mare centrală hidroelectrică din lume în exploatare. Cea mai mare centrală hidroelectrică în curs de realizare este CHE de la Stalingrad prevăzută cu o putere totală de 2 563 MW şi din care primele 3 grupuri au fost puse în funcţiune în anul trecut. Şi această CHE va fi întrecută de centrala Bratsk de 3 600 MW ce urmează a intra în funcţiune pînă în anul 1965, respectiv de CHE Kransnoiarsk la care în cursul planului septenal este prevăzută o amplificare a lucrărilor şi care cu o putere instalată de 4 200 MW va fi cea mai economică centrală hidroelectrică din U.R.S.S.

Relativ la CHE cu caracter special este de reţinut, pe plan mondial, interesul crescînd pentru centralele hidroelectrice cu pompare şi punerea în execuţie a unei centrale folosind energia mareelor în localitatea La Rance.

În ceea ce priveşte mărimea unităţilor, cele mai mari grupuri în proiectare sînt turbine Francis de 200 MW pentru o cădere de 100 m destinate amenajării de pe Angara şi de 300 MW pentru CHE Krasnoiarsk. În U.R.S.S. sînt luate în considerare chiar şi grupuri de 600 MW şi respectiv în China de 650 MW pentru centrala de 6 000 MW pe rîul Yangtse.

3. Gospodărirea combustibililor

Cu toată activitatea depusă în căutarea de noi rezerve de combustibili clasici şi cu toate succesele înregistrate în această privinţă în multe ţări de pe glob, preocuparea pentru folosirea cît mai raţională a acestor combustibili devine din ce în ce mai imperativă, dovedindu-se că în marea majoritate a cazurilor este mai avantajos să economiseşti un kg de combustibil decît să-l extragi suplimentar din pămînt. Acţiunea de folosire raţională cuprinde toate domeniile, atît în faza de producere şi transport a feluritelor energii, dar mai ales în ultimul timp şi în cea de consum. În cadrul de faţă, limitat la energia electrică, se va urmări numai situaţia folosirii combustibililor în centralele termoelectrice, respectiv a folosirii lor complexe în instalaţii combinate.

Ca o caracteristică generală se desprinde în domeniul alimentării publice cu energie electrică în toate ţările concentrarea puterii în centrale foarte mari şi cu unităţi foarte puternice. În domeniul centralelor industriale, în ţările capitaliste continuă construirea şi dimensionarea centralelor numai în funcţie de necesităţile industriei respective, ceea ce în cazul instalaţiilor mai mici, chiar concepute la nivelul

celei mai noi tehnici, nu permite realizarea unor indici tehnico-economici comparabili cu cei ai unor mari instalații concentrate. În țările cu economie socialistă se cristalizează concepția evitării fărîmițării puterii electrice în multe centrale mici industriale, astfel de centrale fiind indicate numai ca centrale de termoficare cu grupuri cu contrapresiune, afară de cazurile în care prin mărimea lor îndreptățesc și unele părți de condensație cu indici apropiați de cei ai marilor centrale publice. În această privință este concludentă analiza făcută anul trecut în U.R.S.S., din care a reieșit că fărîmițarea puterii în centrale mici, din care în perioada 1950—55 s-au instalat cca 25 000 de unități totalizînd o putere de cca 3 500 MW, a condus la investiții specifice de 3—4 ori mai mari, un consum specific de combustibil de 2—3 ori mai ridicat și la un preț de cost al energiei de 10—20 de ori mai scump decît în centrale mari.

3.1. Centrale termoelectrice cu abur. În centralele termoelectrice cu abur se urmărește mai departe mărirea randamentului prin ameliorarea ciclului termic și prin folosirea de unități generatoare din ce în ce mai mari.

Ameliorarea ciclului termic prin ridicarea parametrilor inițiali pare plafonată la valori de ordinul 400 at 800°C, peste care puterea electrică obținută în plus prin creșterea căderii entalpice a aburului este inferioară consumului suplimentar al pompelor de alimentare a cazanelor. De altfel, în condițiile tehnicii actuale, după studiile sovietice, nu reiese ca economică adoptarea unor parametri mai mari de 300 at 650°C, folosirea de abur de 400 at 700°C aducînd în plus o ameliorare de numai 1,6% care nu se justifică din cauza investițiilor mult mai costisitoare.

O prezentare a situației mondiale în această privință trebuie să împartă instalațiile în două grupe, după cum temperatura aburului viu depășește sau nu 565—570°C, adică limita de temperatură pînă la care se mai pot folosi oțeluri feritice, pentru temperaturi mai ridicate fiind absolut necesară utilizarea oțelurilor austenitice mai scumpe și mai dificile în montaj și exploatare.

În prima grupă sînt instalații în proiectare, construcție sau exploatare numai în R.F. Germană, S.U.A. și U.R.S.S. În R.F. Germană există instalații în funcțiune cu temperaturi de 600 și 650°C, însă cu puteri relativ mici, ele aflîndu-se în centrale industriale. În S.U.A. se încadrează în această grupă 3 blocuri cu parametri supracritici, dintre care un bloc de 125 MW cu cazan de 305 t/h la 317 at 621°C cu dublă supraîncălzire intermediară la 566 și 538°C pus în funcțiune în martie 1957 în centrala Philo și avînd un consum specific net de căldură de 2 260 kcal/kWh. După o perioadă de probă relativ lungă, blocul a dat satisfacție în exploatare.

În ceea ce privește dezvoltarea de viitor, în SUA se așteaptă rezultatele de exploatare ale celor trei instalații menționate, în timp ce în U.R.S.S. se desfășoară o intensă activitate de studii și proiectare pentru centrale foarte mari corespunzătoare, cu termene de intrare în funcțiune în planul septenal. Sînt de menționat aci rezultatele calculelor comparative sovietice care indică o economie de combustibil în favoarea blocului de 300 MW la 300 ata și 650°C de 11,5% față de blocul de 200 MW cu parametri de 130 ata 565°C.

În cea de a doua grupă, a instalațiilor cu temperaturi ale aburului viu de cel mult 565—570°C, se deosebesc instalații cu presiuni supracritice și instalații cu presiuni de 130—200 at. Ponderea mare a instalațiilor din această grupă este însă în cea de a doua categorie care, cu presiuni sub 200 ata și temperaturi sub 565—570°C, cuprinde în gama de presiuni 140—200 ata și de temperaturi 535—570°C toate instalațiile cu parametri mai mari decît nivelul de 100 at 500°C, la care tehnica centralelor termoelectrice s-a oprit aproape 20 de ani. Puterea unitară a grupurilor variază în limite foarte largi, de la 50 MW la 275 MW, și mai mult. Această ultimă categorie poate fi considerată ca reprezentativă pentru nivelul actual al tehnicii centralelor termoelectrice și aproape în toate țările sînt prevăzute pentru anii următori astfel de unități.

Concomitent cu creșterea parametrilor și a mărimii grupurilor crește și puterea instalată a centralelor. În U.R.S.S. există acum proiectul tip pentru centrale de 1 200 MW, iar recent s-au publicat datele principale ale sarcinii de proiectare a unei CTE cu impresionanta putere de 2 400 MW. Limitarea puterii se datorește numai disponibilității limitate a apei de răcire. Cele patru turbine de cîte 600 MW sînt alimentate cu abur viu de 300 at 650/565/565°C din cazane de cîte 1 900 t/h, randamentul net al centralei fiind calculat la 43%. Combustibilul prevăzut este lignit cu o putere calorifică de 3 000kcal/kg, cu o umiditate de 35—40% și cu un conținut de cenușă de 16%. Și în Anglia este prevăzută o puternică centrală cu termen de intrare în funcțiune în 1963 și anume CTE Thorpe Marsh cu două grupuri de cîte 550 MW alimentate din cîte un cazan de 1 700 t/h la 165 ata 568/568°C.

Din datele publicate reies ca cele mai mari cazane, unități de 980, 1 330, 1 700 și 1 900 t/h, iar ca grupuri turbogeneratoare, unități de 275 și 300 MW pe un singur ax, respectiv 450, 550 și 600 MW pe două axe din care unul cu turația mai mică. În U.R.S.S. se lucrează însă deja la proiectarea de grupuri de 400 și chiar de 600 MW pe un singur ax.

Dacă privirea de ansamblu relativă la centralele termoelectrice cu abur s-a ocupat aproape exclusiv cu prezentarea realizărilor sau proiectelor celor mai noi, aceasta se datorește dorinței de a pune foarte clar în evidență că aceste centrale se găsesc într-o fază de înaltă dezvoltare calitativă și deosebit de interesantă din punct de vedere tehnic dar și economic. O ameliorare a randamentului global nu va mai putea fi posibilă decît prin cicluri combinate gaze-abur. Acestea sînt de abia la primele începuturi dar este sigur că vor putea fi curînd puse la rîndul lor în evidență.

3.2. Turbine cu gaze. Folosirea turbinelor cu gaze pentru producerea energiei electrice nu este mai veche de 20 de ani. Rezultatele bune de exploatare după depășirea greutăților inerente perioadei de punere la punct au condus însă la introducerea pe o scară rapid crescîndă a turbinelor cu gaze ca unități pentru acoperirea vîrfurilor sarcinei electrice și de rezervă. De îndată ce s-a trecut la construirea de unități mai mari, au urmat cereri masive, în ultimul timp, mai ales în 1958, fiind instalat sau comandat un număr important de grupuri de 25 MW destinate unor centrale de 50—100 MW, ca de ex. centrala Livorno de 50 MW în Italia, centrala Vancouver de 100 MW în Canada etc. Un grup de 40 MW este în construcție iar în U.R.S.S. sînt în proiectare grupuri de 50—60 MW.

Recent domeniul de aplicare al turbinelor cu gaze s-a lărgit prin utilizarea lor pentru termoficare urbană, folosindu-se faptul că legătura între puterea electrică și debitul termic la turbinele cu gaze fiind mult mai elastică, în timpul sezonului rece grupurile funcționează în regim combinat, iar vara trec într-un regim de vîrf și de rezervă cu caracter exclusiv electric. În acest fel turbinele cu gaze își ameliorează mult randamentul, altfel sensibil inferior centralelor termoelectrice cu abur. Posibilitatea folosirii turbinelor cu gaze în cicluri combinate gaze—abur cît și a folosirii lor directe în centrale atomoelectrice cu reactori răciți cu gaze deschide noi perspective acestor mașini a căror fabricație a fost între timp atacată într-un număr relativ mare de țări.

3.3 Termoficarea. Aplicarea termoficării, adică a producerii combinate de energie electrică și de căldură a înregistrat progrese substanțiale în anul trecut. Termoficarea industrială folosită de regulă în țările cu economie socialistă — cu singura excepție a unor consumuri prea mici și izolate — și-a lărgit mult sfera de aplicare și în țările capitaliste. În urma accentuării preocupării pentru economisirea combustibilului datorită balanțelor de combustibil deficitare, în unele țări vest—europene sînt în curs acțiuni pentru mărirea de către autoproducătorii industriali a cotei de energie electrică ce se poate obține în regim de termoficare, întreprinderile publice de electricitate urmînd a prelua surplusul ce se poate livra în rețelele lor în condiții convenabile și nu la prețuri, cum ofereau pînă de curînd, care excludeau orice interes în această direcție.

Termoficarea urbană și-a continuat — cu experiența de exploatare a peste 30 de ani — la un nivel tehnic și economic sporit dezvoltarea în U.R.S.S., unde peste 230 de orașe și 95 de colonii muncitorești beneficiază de această formă superioară de alimentare publică cu căldură. Însă și într-o serie de țări din apusul Europei aplicarea ei a fost reluată după o pauză de mai mult de 20 de ani de la primele instalații. Această reluare se datorește formării în ultimii ani a convingerii că termoficarea urbană departe de a fi un lux a devenit în condițiile dezvoltării ei tehnice și economice actuale unul din cele mai eficace mijloace pentru ridicarea gospodăriei energetice orășenești la înălțimea cerințelor sociale și igienice moderne. Dezvoltarea ei în țările din răsăritul Europei nu a marcat, cu excepția R. P. Polone, realizări importante în anul trecut, deși activitatea de studii este foarte intensă. Din SUA lipsesc informații recente în legătură cu acest domeniu.

În afara perfecționării centralelor de termoficare urbană cu cicluri cu abur în sensul măririi parametrilor și puterii unitare a grupurilor —în URSS se iau de acum în considerare grupuri de 100 MW — cît și a reducerii presiunilor nominale ale prizelor, sînt de semnalat primele centrale de termoficare urbană cu turbine cu gaze și chiar prima centrală nucleară de termoficare. Cu două grupuri de 25 MW orașul Bremen va primi în acest an o instalație importantă de termoficare urbană cu turbine cu gaze. URSS a anunțat la rîndul ei construcția de turbine cu gaze ca grupuri de termoficare, cel mai mare de 50/65 MW putînd livra o cantitate de căldură de 60 Gcal/h.

În schimb orașul Stockholm pare să fie primul oraș care va avea un cartier nou încălzit prin termoficare de la o centrală nucleară de 12 MW.

4. Alte surse de energie

În domeniul folosirii altor surse de energie ca energia eoliană sau solară, nu este nimic deosebit de semnalat. Cercetările continuă însă intens pentru producerea directă a energiei electrice din cărbune pe calea pilei de combustie, fără ca de la comunicările de bază din 1957 să se fi înregistrat progrese esențiale.

5. Energia nucleară

În sectorul energiei nucleare sînt de urmărit separat activitățile în cele două direcții principale : cercetări de bază în domeniul *fuziunii* termonucleare controlate și cercetări în faze avansate și prime realizări energetice pe baza *fisiunii.*

Deşi în ultimul timp s-au făcut progrese remarcabile în domeniul fuziunii termonucleare controlate, totuşi mai sînt mari greutăţi de învins înainte ca să se poată construi o instalaţie care să livreze mai multă energie decît consumă. Pînă acum nu s-au realizat decît temperaturi de cîteva milioane de grade şi durate de cîteva milisecunde, faţă de cca 100 milioane grade şi durate de secunde cît sînt necesare. Important însă este că primele începuturi au fost făcute şi că cercetările continuă intens.

În ceea ce priveşte realizările energetice, în anul trecut au intrat în exploatare prima unitate de 100 MW dintr-o mare CAE de 600 MW în U.R.S.S., centrala atomoelectrică Shippingport de 70 MW în SUA, a doua unitate de 15 MW la CAE Marcoule în Franţa şi a devenit critic primul reactor din cei patru reactori în centrala Chapelcross (Anglia), o centrală soră cu Calder Hall şi destinată ca şi aceasta nu numai producerii de energie electrică ci şi de plutoniu. În acelaşi timp continuă normal lucrările la centralele atomoelectrice din cadrul programelor anunţate :2 350 MW în URSS cuprinzînd un lot de centrale cu puteri şi tipuri diferite de reactori în vederea determinării soluţiilor celor mai indicate în viitor. Sînt de citat astfel : CAE de 600 MW în Siberia al cărei prim grup a intrat în funcţiune în septembrie anul trecut, 2 CAE de cîte 420 MW cu reactori cu apă sub presiune la Voronej şi Leningrad, o CAE de 400 MW cu reactor moderat cu grafit şi răcit cu apă, producînd abur supraîncălzit nuclear, la Beloiarsk în Urali, o CAE de 50 MW cu reactor cu apă în fierbere la Ulianovsk pe Volga, o CAE de 35 MW cu reactor omogen pe Volga, o CAE de 50 MW cu reactor semi-rapid, o CAE mobilă de 20 MW. În afară de aceste centrale în construcţie mai sînt în proiectare o CAE de 50 MW cu reactor răcit cu sodiu pe Volga, o CAE de 50 MW şi una de 250 MW cu reactori cu neutroni rapizi.

În Anglia sînt în extindere : CAE Calder Hall de la 138 la 184 MW şi Chapelcross de la 46 la 184 MW, iar în construcţie 5 centrale noi cu o putere totală de 1 400 MW. Amplasamentul unei a 6-a centrale, de 650 MW, a fost recent stabilit la Sizewell, iar a 7-a de aceeaşi putere este şi ea în proiectare. Aceste 7 centrale fac parte din programul atomoelectric de realizat pînă în 1965.

În SUA sînt în construcţie centrale atomoelectrice cu o putere totală de 772 MW şi cca 400—500 MW în proiectare.

Sînt în curs de execuţie sau comandate centrale atomoelectrice şi în alte ţări, ca de ex. : Republica Cehoslovacă, Franţa, Republica Democrată Germană, Republica Federală Germană, Italia etc. dintre care unele cu puteri importante (100—200 MW).

Rezultatele de exploatare ale centralelor atomoelectrice în funcţiune sînt corespunzătoare. Prima centrală atomoelectrică din lume, cea de 5 MW din URSS în apropierea Moscovei, funcţionează normal de la 27 iunie 1954, iar rezultatele de la Calder Hall unde primul grup a intrat în funcţiune în octombrie 1956 au întrecut aşteptările constructorilor, livrînd în ultimul timp regulat 40 GWh lunar în reţeaua engleză.

În ceea ce priveşte dezvoltarea reactorilor, nu se aşteaptă în viitorul apropiat rezultate senzaţionale, ci consolidarea unei tehnici ce progresează pas cu pas. Edificatoare în această privinţă este dezvoltarea reactorilor britanici, care pornind de la reactorul răcit cu gaze şi moderat cu grafit de la Calder Hall, şi-au mărit treptat puterea astfel încît faţă de puterea totală de 184 MW a CAE Calder Hall, următoarele două centrale vor avea puteri de 275—300 MW, iar cea de la Hinkley Point de 500 MW. În acelaşi timp creşte sensibil gradul de folosire a combustibilului nuclear — exprimat de energia electrică în MWzile ce se poate obţine dintr-o tonă de combustibil nuclear—trecîndu-se de la 1,4 la Calder Hall la valori de 2,1 la centralele Berkeley, Bradwell şi Hunterstone respectiv de 2,6 MWzile/t la CAE Hinkley Point. Această dezvoltare bazată pe o mărire atît de importantă a puterii este legată de o astfel de reducere a investiţiei specifice încît împreună cu efectul creşterii gradului de folosire a combustibilului nuclear, după afirmaţia savantului englez John Cockroft, cu centrala Hinkley Point se atinge în Anglia punctul în care preţul energiei electrice produs din energie nucleară devine egal cu cel al energiei produse în centralele clasice cu cărbune. În ceea ce priveşte dezvoltarea mai departe, la folosirea de elemente ceramice din amestec de carbid de uraniu, carbid de toriu şi grafit, aceşti reactori vor atinge temperaturi atît de mari încît vor permite parametri ai aburului la nivelul centralelor moderne. La utilizarea pentru circulaţia gazelor în reactor a energiei unei turbine cu gaze în ciclu înaintaş, randamentul global al unor astfel de instalaţii ar putea atinge 37%.

La dezvoltarea reactorilor cu apă sub presiune se lucrează îndeosebi în URSS şi SUA, fiind de relevat o variantă sovietică a unui tip de reactor combinat, cu apă sub presiune şi la care apa vaporizează, aburul fiind supraîncălzit în interiorul reactorului. Randamentul posibil la o presiune de 100 at este de cca 30%, la un diametru de 3 m al reactorului putînd rezulta o putere electrică de 210 MW. Concomitent continuă lucrări de cercetare la o gamă largă de alte tipuri de reactori, cît şi străduinţa de a mări cît mai mult energia ce se poate extrage din tona de combustibil nuclear, urmărindu-se valori de ordinul 6 MWzile/t cu un combustibil uşor îmbogăţit sau chiar valori pînă la 25 MWzile/t. De asemeni se urmăreşte

punerea la punct a folosirii reactorilor cu regenerare cu neutroni rapizi, punerea în funcțiune a centralei britanice Dounreay suferind însă între timp o amînare de un an.

Securitatea exploatării s-a dovedit satisfăcătoare în centralele atomoelectrice în funcțiune, ceea ce nu împiedică însă din motive de prudență împingerea centralelor atomoelectrice spre amplasamente cît mai izolate.

6. Transportul și distribuția energiei electrice

Transportul și distribuția energiei electrice au continuat pe linia folosirii tensiunilor celor mai înalte și a măririi siguranței de alimentare. După Suedia și URSS a urmat construcția primelor linii de 380 kV în Franța și R. F. Germană și de 350 kV în SUA; în Anglia majoritatea liniilor de 275 kV ce se construiesc au posibilitatea de a trece ulterior la 380 kV. În URSS liniile de 400 kV vor fi trecute la 500 kV, și se fac cercetări pentru introducerea în partea răsăriteană a unor tensiuni de 600 kV pentru transportul la mari distanțe a energiei puternicelor viitoare centrale siberiene, hidro și termoelectrice. Trecerea la 500 kV a liniei Kuibîșev-Moscova îi va mări capacitatea de transport de 1 200 MW la 900 km cu 30%, iar energia CHE Stalingrad va fi transportată sub 500 kV, respectiv pe linia de curent continuu de 800 kV proiectată între CHE Stalingrad-Donbas și lungă de 470 km. Tot în curent continuu însă de 200 kV se va realiza prin cabluri submarine legătura de 56 km sub canalul Mînecii între rețeaua franceză de 225 kV și cea engleză de 275 kV, legătură prevăzută pentru o putere de 160 MW.

Interconectarea sistemelor electroenergetice continuă în interiorul tuturor țărilor. Chiar la distanțele imense din URSS se tinde spre un sistem electroenergetic unic, pentru 1960 fiind prevăzută formarea sistemului electroenergetic al părții europene a URSS care va cuprinde cca 60% din producția de energie a Uniunii. În același interval se vor face pași importanți spre realizarea sistemului electroenergetic al întregii Siberii prevăzut a se definitiva între 1960—70. Studiile în curs vor conduce apoi la interconectarea acestor două mari sisteme creîndu-se astfel un sistem unic unional.

Interconectarea sistemelor energetice ale diferitelor țări face de asemeni progrese, cunoscute fiind avantajele obținute din interconexiunea sistemelor unor țări din Europa occidentală. Extinderea interconexiunii este însă strîns legată de ameliorarea reglării și telecomenzii sistemelor.

7. Mecanizare și automatizare

Nu se poate încheia această privire de ansamblu energetică pe plan mondial fără a adăuga marele aport adus de extinderea mecanizării și automatizării instalațiilor energetice de orice natură, atît pentru ușurarea muncii omului cît și pentru asigurarea unui nivel de exactitate și perfecțiune fără de care complexele procese energetice nu s-ar putea desfășura normal nici din punct de vedere tehnic și nici economic. Cu toate acestea, elementul primordial rămîne omul și progresele cele mai mari se vor face acolo unde formarea cadrelor, cantitativ și calitativ, va constitui prima preocupare și în organizarea și dezvoltarea energeticii.

8. În țara noastră

În țara noastră creșterea producției de energie electrică își menține ritmul viu din ultimii ani, în 1958 producîndu-se cu 13,7% mai multă energie electrică decît în 1957, an în care sporul față de anul precedent a fost de 10%.

Puterea instalată a centralelor a crescut corespunzător, dintre noile unități puse în funcțiune fiind de remarcat montarea unui grup de 50 MW la centrala termoelectrică Sîngiorgiu de Pădure, în cadrul unei soluții foarte economice prin folosirea rezervelor interne ale centralei atît pe partea de abur cît și a apei de răcire.

Pe marele șantier al centralei hidroelectrice de la Bicaz lucrările sînt în plină desfășurare în vederea punerii în funcțiune în 1960 a primei tranșe de 110 MW. În anul trecut s-au turnat peste 300 000 m³ beton la baraj, s-a ridicat clădirea centralei, s-a terminat blindajul porțiunii din tunel și s-a început pregătirea lucrărilor de montaj.

Capacitatea instalațiilor de transport și distribuție a energiei electrice a crescut în anul trecut, continuîndu-se acțiunea generală de interconectare. Cea mai importantă realizare în această privință este interconectarea sistemelor electroenergetice al Moldovei cu cel al Munteniei prin linia de 110 kV Focșani-Buzău-Ploești, linie pusă în funcțiune cu ocazia sărbătoririi centenarului unirii.

Remarcabilă a fost activitatea legată de pregătirea unor prime variante ale planului dezvoltării energetice de perspectivă 1960—1975 a țării noastre și de elaborarea propunerii principalelor lucrări pentru perioada 1960—65. Prin adoptarea parametrilor de 130 at 565°C pentru grupurile turbogeneratoare ce se vor monta în această perioadă ca grupuri de termoficare de 50 MW sau grupuri de condensație de 100 MW, noile noastre instalații termoenergetice se încadrează între cele mai moderne centrale. Creșterea puterii unitare a celui mai mare grup din centralele noastre a evoluat repede de la 20 MW în trecut, la 25 MW în 1954 la 50 MW în 1956 pentru a atinge 100 MW în 1963. În schimb grupul de termoficare de 50 MW ce va intra în funcțiune încă în acest

cincinal la CET Borzești este cea mai mare unitate de acest fel construită în URSS. Tot cu astfel de grupuri la care se vor adăuga însă și grupuri de contrapresiune de 50 MW se va echipa marea centrală de termoficare de la Ploești destinată a deveni o realizare de seamă în reorganizarea gospodăriei energetice a unui grup de importante rafinării din această regiune.

În cincinalul al treilea se va atinge și pe partea electroenergetică nivelul tehnicii mondiale în materie de transport de energie electrică, cînd pe lîngă linii interne de 220 kV va intra în funcțiune și o linie de tensiune mai înaltă către Republica Cehoslovacă.

Tîrgul internațional tehnic de la Leipzig

Tîrgul internațional din primăvara anului 1959, care a avut loc la Leipzig între 1 și 10 martie a întrecut manifestările tradiționale de acest fel din trecut, atît ca volum cît și ca importanță de ordin politic, tehnic și comercial.

Intr-adevăr, peste 9 400 de firme, întreprinderi, instituții și organizații tehnice din 49 țări și-au expus produsele pe o suprafață de aproximativ 290 000 m². In 16 clădiri din oraș, 22 hale și 17 pavilioane cum și un cîmp de 70 000 m², pe terenul propriu-zis al tîrgului, au fost prezentate ultimele perfecționări tehnice și științifice din toate domeniile industriei, agriculturii, transporturilor și comunicațiilor.

Așa cum a arătat H. Rau, vicepreședinte al Consiliului de Miniștri și ministrul Comerțului exterior și intergerman din R.D.G., în cuvîntarea rostită la ședința festivă de deschidere, larga participare internațională la tîrgul de la Leipzig este semnificativă pentru tendința manifestată în cercurile industriale și comerciale din toate țările lumii de a lichida piedicile care stau în calea dezvoltării nestingherite a comerțului mondial. Tîrgul se poate considera ca locul de întîlnire a două lumi, cu ordine socială diferită, în întrecere pentru culmile progresului tehnic și economic.

Prin vizita tovarășului N. S. Hruşciov, tîrgul de la Leipzig a primit și o semnificație politică prin manifestarea voinței nestrămutate a popoarelor din lagărul socialist, în frunte cu Uniunea Sovietică, de a ajunge și a întrece țările capitaliste cele mai industrializate atît în ce privește cantitatea produselor de orice fel, cît și cifrele de producție specifice pe cap de locuitor, ceea ce va duce în mod sigur la atingerea standardului de viață celui mai înalt.

Printre țările care iau parte activă la tîrgul de la Leipzig se află, în afară de țările lagărului socialist, India, Indonezia, Republica Arabă Unită, Irak, Sudan, Argentina, Brazilia, apoi țările industriale din vestul și nordul Europei, Anglia, Franța, Italia, Suedia, Elveția, R.F.G. ș. a.

Fig. 1.

Cel mai mare sector al tîrgului este ocupat de produsele din Republica Democrată Germană, care reflectă în mod clar importantele progrese realizate de primul stat german al muncitorilor și țăranilor pe drumul socializării și perfecționării producției industriale.

R. P. Română este prezentă la tîrg cu un stand de informații, care a fost vizitat de numeroși reprezentanți ai comerțului exterior. In total 23 țări sînt reprezentate prin expoziții colective impresionante.

Pavilionul U.R.S.S. stîrnește și în acest an un interes deosebit de viu. Chiar la intrare cele trei modele ale primilor sateliți artificiali ai pămîntului simbolizează uriașele victorii ale științei și tehnicii sovietice pe drumul construcției comunismului.

Unele aspecte ale măcinării ligniţilor cu ajutorul morii ventilator

Ing. N. PĂNOIU

După cum este cunoscut dintr-o serie de lucrări anterioare [1], [2], [3], ligniţii, prin caracterul lor fibros şi vîrsta lor relativ scăzută, prezintă o serie de greutăţi la măcinare. Instalaţiile de măcinare propuse pentru echiparea cazanelor au fost multiple : moara cu ciocane, moara Resolutor, moara cu bile şi în ultimii ani moara ventilator.

Din publicaţiile mai recente [4], [5], [6] se constată că moara ventilator a dat rezultate bune la măcinarea cărbunelui pămîntos (R.D.G.) şi a cărbunelui brun mat (U.R.S.S.). Datorită faptului că ligniţi nu există decît în cantităţi relativ reduse în unele ţări vecine cu ţara noastră (Ucraina subcarpatică, R. P. Bulgaria, R. P. Ungară), nu au fost prezentate în literatură încercări de măcinarea ligniţilor cu ajutorul morii ventilator.

Avînd în vedere, pe de o parte, lipsa documentaţiei în această problemă şi pe de altă parte faptul că moara ventilator este un agregat relativ nou de măcinare a cărbunelui, se consideră necesară prezentarea rezultatelor obţinute la măcinarea lignitului cu ajutorul morilor ventilator în R. P. Bulgaria.

Caracteristicile principale ale morilor ventilator, importate din R.D.G. de la firma Bergman Borsig, sînt :

diametrul rotorului 1 500 mm ;
lăţimea paletei 300 mm ;
numărul paletelor 8 ;
viteza sincronă de rotaţie 1 000 rot/min ;
debitul morii 10 t/h ;
puterea motorului de antrenare 152 kW.

Combustibilul prevăzut a fi măcinat cu ajutorul morilor ventilator este lignitul din bazinul Mariţa şi cărbunele brun din acelaşi bazin. Se vor prezenta mai jos rezultatele a trei încercări experimentale obţinute la un cazan de 32 t/h, echipat cu două mori ventilator.

Variaţia consumului specific de energie pentru măcinarea lignitului este prezentată în fig. 1, din care se constată că într-o gamă relativ largă a încărcării morii, consumul specific de energie rămîne la valori relativ scăzute în comparaţie cu alte tipuri de mori. [1], [3].

În timpul încercărilor, moara a funcţionat cu aspiraţie de gaze din focar. Pe traseul gaze-combustibil (în turnul de uscare, în moară, în separator) nu s-a introdus aer. Aerul încălzit pînă la temperatura de 350°C se introduce în arzătoare. Amestecul gaze-combustibil după măcinare este refulat printr-un separator cu clapete de dirijare a curentului şi prin cîte două arzătoare de tipul cu fante în focarul cazanului. Arzătoarele de praf sînt aşezate frontal la două nivele. Arzătoarele de păcură pentru aprindere şi sarcină redusă sînt amplasate sub arzătoarele de praf.

Tabela 1

Datele experimentale caracteristice morii.

Denumirea parametrului	Simbol	Unit. măs.	Încercări		
			I	II	III
Umiditatea combustibilului	W^l	%	35,00	35,59	40,18
Cenuşa la masa de lucru	A^l	%	32,90	33,45	29,64
Cenuşa la masa uscată	A^u	%	49,5	52,0	49,5
Coeficient de măcinabilitate	m_{VTI}	—	0,96	0,98	0,94
Umiditatea prafului	W_p	%	7,0	7,0	7,3
Puterea calorifică inf.	PCi	kcal/kg	1 696	1 640	1 581
Rest pe sita 88 μ	R_{88}	%	45,6	45,1	50,6
Debitul morii	B	t/h	8,320	8,150	7,250
Pierderi prin ardere chimic incompletă	q_3	%	2,26	—	2,60
Pierderi prin ardere mecanic incompletă	q_4	%	4,09	4,30	4,26

În tabela 1 se dau valorile datelor experimentale pentru moară şi în tabela 2 valorile datelor experimentale pentru cazan

Din analiza valorilor tabelei 1, se pot trage următoarele concluzii :

a) Moara ventilator macină în condiţii bune ligniţii, resturile pe sita 88μ fiind cuprinse între valori satisfăcătoare de 45—50%. Este

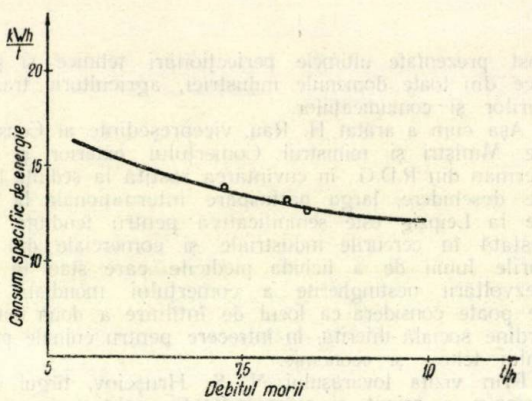


Fig. 1. Variaţia consumului specific de energie al morii ventilator de 10 t/h.

de remarcat faptul că umiditatea mare a combustibilului influențează defavorabil funcționarea morii (R_{88} =45,6% la umiditatea combustibilului de 35% față de R_{88} =50,6% la umiditatea combustibilului de 40,18%).

corespunzătoare (R_{88} = 50%) este relativ scăzut (12,7 — 14 $\frac{kWh}{t}$).

d) Moara, deși este alimentată cu combustibil cu umiditate ridicată, furnizează focarului un praf uscat (W_p = 7—7,3%) ceea ce conduce la valori acceptabile pentru pierderile prin ardere chimic incompletă (q_3 = 2,26—2,6%) cît și pentru pierderile prin ardere mecanic incompletă (q_4 = 4,1—4,2%).

e) Moara, funcționează satisfăcător cu combustibili cu putere calorifică scăzută (PCi = 1 581—1 696 kcal/kg).

Tabela 2

Valorile determinate experimental

Denumirea parametrului	Simbolul	Unit. măs.	Încercarea I	Încercarea II	Încercarea III
1	2	3	4	5	6
Durata încercării		ore	4	5	4
Granulația combustibilului	—	—	0—40 mm		
Felul combustibilului			lignit din bazinul Mariţa		
Umiditatea	W^l	%	35,00	35,59	40,18
Cenușa (la masa de lucru)	A^l	%	32,90	33,45	29,64
Sulf	s	%	2,64	2,65	2,19
Puterea calorifică inferioară	PCi	$\frac{kcal}{kg}$	1 690	1 640	1 581
Coeficient măcinabilitate	m_{VTI}	—	0,96	0,98	0,94
Performanțele unei mori					
Debit combustibil	B	$\frac{kg}{h}$	8 320	8 150	7 250
Umiditatea prafului	W_p	%	7,0	7,0	7,3
Rest pe sita 200 μ	R_{200}	%	11,8	11,6	12,4
Rest pe sita 88 μ	R_{88}	%	45,6	45,1	50,6
Depresiune înainte moară	h_1	mmCA	35,1	40,0	34,0
Presiune după moară	h_2	mmCA	40,2	56,0	44,0
Temperatura amestecului gaze comb. înainte de moară	t_1	°C	425,6	404,0	463,0
Temperatura amestecului după moară	t_2	°C	126,2	135,0	125,0
Puterea absorbită	P_1	kW	105,6	110,0	101,8
Consumul specific de energie electrică pentru măcinare	W_1	$\frac{kWh}{10^6\ kcal}$	7,50	8,23	8,89
Performanțele cazanului					
Debitul de abur	D	t/h	30,3	31,2	27,5
Presiunea aburului	P	$\frac{kg}{cm^2}$	31,4	30,7	31,4
Temperatură abur supraîncălzit	t_{ab}	°C	405	410	404
Temperatura apei de alimentare	t_1	°C	104	102	103
Bioxid de carbon la coș	CO_2	%	13,10	13,58	13,32
Oxid de carbon la coș	CO	%	0,645	0,000	0,790
Coeficientul de exces de aer la coș	α_c	—	1,36	1,38	1,31
Pierderi la coș	q_2	%	14,7	14,8	15,0
Pierderi prin ardere chimic incompletă	q_3	%	2,26	—	2,60
Pierderi prin ardere mecanic incompletă	q_4	%	4,09	4,30	4,26
Pierderi în mediul ambiant	q_5	%	1,10	1,10	1,19
Încărcarea termică volumetrică a focarului	$\frac{Q}{V}$	$\frac{kcal}{m^3h}$	131 000	135 000	120 000
Randamentul focarului	η_f	%	93,65	95,70	93,14
Randamentul cazanului	η_c	%	77,85	79,80	76,95

b) Moara se comportă bine la funcționarea cu ligniți cu cenușă multă (R_{88} = 45—50%, cînd cenușa raportată la masa uscată variază între 49 și 52%).

c) Deși ligniții măcinați au o rezistență mare la măcinare (m_{VTI} = 0,94—0,98), totuși consumul specific de energie pentru o măcinare

Moara a dat rezultate bune ($q_4 = 5{,}18\%$) la arderea lignitului cu putere calorifică foarte scăzută $PCi = 1\,458$ kcal/kg.

În prezent în R.P.B. se fac încercări de folosire a acestor agregate pentru măcinarea lignitilor cu conținut mare de umiditate (50 — 60%) și cu putere calorifică inferioară ($PCi = 1\,100$—$1\,400$ kcal/kg) în vederea aplicării lor în schema de preparare a prafului de cărbune la viitoarea centrală termoelectrică Mariţa-Est, care va intra în curînd în construcție.

* * *

Dacă se ia în considerație faptul că în R.P.R. lignitii din majoritatea bazinelor exploatate se situează din punct de vedere al caracteristicilor tehnice după cum urmează :

Tabela 3

Bazinul carbonifer	Umiditatea W^l %	Cenușa (la masa de lucru) A^l %	Puterea calorifică inferioară kcal/kg
Schitu-Goleşti	20—30	15—25	2 500—3 300
Derna-Tătăruş	20—35	18—28	2 500—3 500
Filipeştii de Pădure	20—30	25—35	1 500—2 100
Rovinari	45—55	10—15	1 600—2 200

se constată că lignitii din R.P.R. sînt superiori lignitilor folosiți pentru încercările efectuate prezentate mai sus.

În aceste condiții, introducerea în R.P.R. a morilor ventilator ca agregate de preparare a prafului de cărbune pentru centralele termoelectrice trebuie să constituie o preocupare a constructorilor de cazane și a energeticienilor din țara noastră.

Ținînd seama de faptul că moara ventilator este un agregat simplu de fabricat, ușor de întreținut, cu consum de energie redus, cu un consum redus de metal, introducerea în tehnica preparării prafului în special la cărbunii tineri va conduce la importante economii de investiții și exploatare.

Bibliografie

[1] Pănoiu N., Cazacu C., Carabogdan I.: *Unele aspecte ale măcinării lignitilor cu ajutorul morii cu ciocane.* Studii și cercetări de Energetică, nr. 4/1958.

[2] Buimovici D., Bîcleşanu Dumitru: *Măcinabilitatea lignitilor din R.P.R.* Studii și Cercetări de Energetică, nr. 1.

[3] Pănoiu N., Cazacu C., Carabogdan I.: *Unele aspecte ale măcinării lignitilor în mori cu ciocane în vederea arderii lor.* Energetica, nr. 12/1958.

[4] Teplițki F. L.: *Arderea cărbunilor bruni în moara ventilator.* Pentru economia de combustibil, nr. 10/1950.

[5] Macuşenco M. D.: *Focar cu moară ventilator T.K.T.I. pentru arderea cărbunilor bruni.* Construcția de cazane și turbine, nr. 2/1952.

[6] Jütte K.: *Dezvoltarea morii ventilator.* B.W.K., nr. 8/1952.

Stabilirea în timpul funcționării a deteriorărilor ce pot apărea la instalațiile pentru preîncălzirea aerului

Ing. V. GHIA

Pentru o exploatare economică a instalațiilor este necesar ca în timpul funcționării, în perioada dintre două reparații planificate, să se urmărească dacă și preîncălzitoarele de aer se comportă normal. Preîncălzitoarele de aer pot fi întîlnite fie ca recuperatoare de căldură la cazane de abur și cuptoare, fie ca instalații independente cu sau fără destinație de recuperatoare, prevăzute cu focar special, folosite pentru preîncălzirea aerului necesar la uscătorii sau la încălzirea încăperilor.

Apariția unor defecte în timpul funcționării recuperatoarelor de încălzire a aerului are ca urmare schimbarea caracteristicii termodinamice a acestora.

Variația rezistenței aerodinamice poate fi provocată de următoarele cauze principale :

— apariția unor deteriorări interioare datorită solicitărilor termice ;

— apariția depunerilor de impurități pe suprafața interioară de schimb de căldură ;

— pierderea etanșeității recuperatorului.

Aceste cauze pot provoca micșorarea cantității de aer preîncălzit livrat de recuperator, fapt care în cazul unui cuptor poate conduce la :

— micșorarea randamentului prin înrăutățirea condițiilor de ardere, atunci cînd se arde aceeași cantitate de combustibil ca în cazul funcționării juste a recuperatorului ;

— micșorarea productivității cuptorului, dacă se micșorează cantitatea de combustibil arsă ;

— înrăutățirea tirajului datorită aerului infiltrat în gazele de ardere.

Asigurarea de către ventilator a creşterii debitelor de gaze are ca urmare mărirea consumului de energie electrică.

În lucrarea de faţă se propune o metodă de identificare a naturii defectului ce poate apărea la un recuperator în funcţiune. La baza metodei stă determinarea experimentală, a variaţiei rezistenţei aerodinamice în timpul funcţionării.

1. Utilizarea caracteristicii aerodinamice

Notaţiile principale ce se folosesc sînt :

h'_a — rezistenţa aerodinamică a primei „treceri" *) a recuperatorului (kg/m²);

h''_a — rezistenţa aerodinamică a celei de a doua „treceri" a recuperatorului (kg/m²);

CO_2 — conţinutul procentual în bioxid de carbon al gazelor de ardere care intră în recuperator;

CO'_2 — conţinutul procentual în bioxid de carbon al gazelor de ardere care se evacuează din porţiunea de recuperator, pentru care se verifică etanşeitatea;

σ, ν — caracteristicile combustibilului folosit;

B — cantitatea de combustibil arsă în focar (Nm³/h) **);

L_0 — cantitatea teoretică de aer pentru ardere (Nm³/Nm³ comb);

V_{0g} — cantitatea teoretică de gaze de ardere (Nm³/Nm³ comb.);

n — coeficientul de exces de aer la intrarea gazelor de ardere în recuperator;

n' — coeficientul de exces de aer la evacuarea gazelor de ardere din porţiunea de recuperator considerată;

D_g — cantitatea de gaze de ardere care intră orar în recuperator (Nm³/h);

ΔD_a — cantitatea de aer infiltrată în gazele de ardere prin neetanşeităţile recuperatorului (Nm³/h);

D_{a1} — cantitatea de aer care trece prin prima „trecere a recuperatorului, producînd pierderea de presiune h'_{a_1} în (Nm³/h).

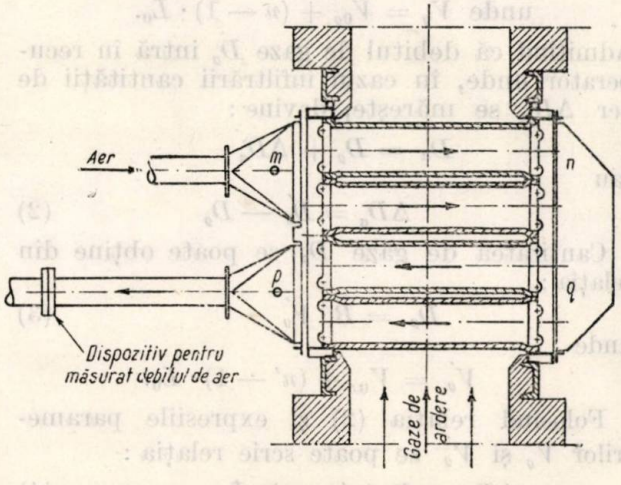


Fig. 1. Recuperator din fontă cu două „treceri" :

m, *n* — prize pentru măsurat pierderea de presiune h'_a

p, *q* — prize pentru măsurat pierderea de presiune h''_a

*) Prin „trecere" se subînţelege un fascicul de elemente de recuperator montate în paralel.

**) Pentru exemplificare se admite că se arde combustibil gazos.

Măsurînd pierderile de presiune la rece — pe diferitele porţiuni ale recuperatorului — la diverse valori ale debitului de aer, se pot trasa caracteristicile aerodinamice pentru porţiunile respective.

Această operaţie se execută iniţial, adică imediat după terminarea montajului cînd recuperatorul este etanş.

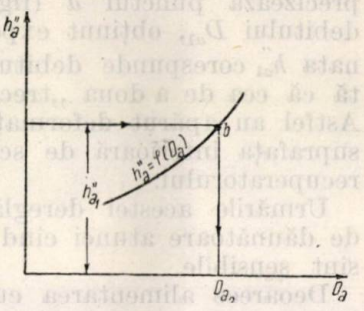


Fig. 2. Caracteristica aerodinamică a primei „treceri" a recuperatorului.

Pentru exemplificare să admitem că ne referim la un recuperator cu două „treceri",

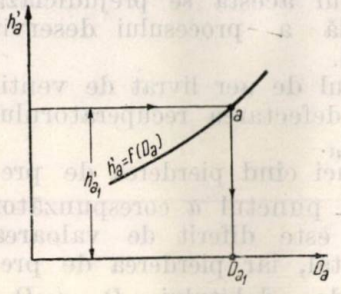


Fig. 3. Caracteristica aerodinamică a celei de a doua „treceri" a recuperatorului.

fiecare „trecere" fiind compusă din cîte patru elemente cu proeminenţe aciculare de fontă montate în paralel (fig. 1).

Pentru măsurarea debitului de aer livrat, pe conducta de refulare a recuperatorului este plasat un dispozitiv de măsurare a debitului*).

La temperaturile medii ale aerului t'_m, respectiv t''_m, se pot trasa funcţiile $h'_a = f(D_a)$ şi $h''_a = \varphi(D_a)$ reprezentînd caracteristicile aerodinamice la rece ale primei şi ale celei de a doua „treceri" a recuperatorului (fig. 2 şi fig. 3). Determinarea experimentală a valorilor necesare trasării curbelor se face simultan pentru ambele „treceri" la un interval de debit suficient de restrîns corespunzător necesităţilor instalaţiei utilizatoare a aerului preîncălzit.

După un anumit interval de timp — măsurînd din nou la aceleaşi temperaturi medii ale aerului pe porţiunile respective, ca şi în prima experienţă, debitul D_a şi pierderile de presiune h'_a şi h''_a — pot apărea mai multe situaţii care vor fi analizate în cele ce urmează, dîndu-se — totodată — şi explicaţia cea mai probabilă.

*) Instalaţiile moderne au şi un dispozitiv de măsurat debitul de aer preîncălzit montat pe conducta de refulare a recuperatorului.

1.1. **Cazul 1.** Dacă, de exemplu, măsurîndu-se debitul de aer D_{a1} şi pierderile de presiune h'_{a1} şi h''_{a1} se constată că coordonatele D_{a1}, h'_{a_1} şi D_{a1}, h''_{a_1} determină puncte situate pe curbele trasate în fig. 2 şi fig. 3, rezultă că recuperatorul şi-a păstrat etanşeitatea.

1.2. **Cazul 2.** Atunci cînd coordonatele h'_{a1} precizează punctul *a* (fig. 2) corespunzător debitului D_{a1}, obţinut experimental, iar ordonata h''_{a1} corespunde debitului $D_{a2} \neq D_{a1}$, rezultă că cea de a doua „trecere" s-a deteriorat. Astfel au apărut deformaţii sau depuneri pe suprafaţa interioară de schimb de căldură a recuperatorului.

Urmările acestei dereglări pot fi deosebit de dăunătoare atunci cînd diferenţele ce apar sînt sensibile.

Deoarece alimentarea cu aer a recuperatorului se face cu un ventilator de tip centrifugal, dacă acesta a fost ales la limită, odată cu creşterea reţelei debitul de aer livrat va scădea (fig. 4). În felul acesta se prejudiciază funcţionarea normală a procesului deservit de aerul preîncălzit.

Dacă iniţial debitul de aer livrat de ventilator era D'_a prin defectarea recuperatorului scade la valoarea D_{a1}.

1.3. **Cazul 3.** Atunci cînd pierderea de presiune h'_{a1} determină punctul *a* corespunzător debitului D_{a1}, care este diferit de valoarea măsurată experimental, iar pierderea de presiune h''_{a1} corespunde debitului $D_{a2} \neq D_{a1}$, atunci ambele „treceri" ale recuperatorului pre-

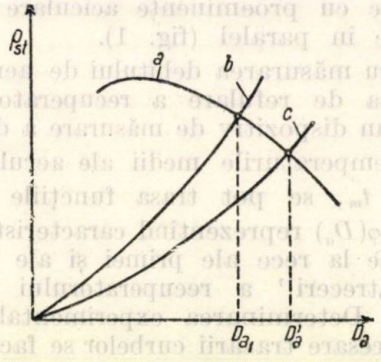


Fig. 4. Scăderea debitului de aer livrat de ventilator o dată cu creşterea rezistenţei recuperatorului:
a – caracteristica presiune-debit a ventilatorului; *b* – caracteristica iniţială a reţelei; *c* – caracteristica reţelei cînd recuperatorul este defect.

zintă defecte. Astfel, devine posibilă apariţia de deformaţii, depuneri de impurităţi, sau infiltrarea prin neetanşeităţi în mediul înconjurător a aerului care traversează recuperatorul prin interior.

Scăpările de aer în gazele de ardere*) se pot evalua în mod direct sau indirect.

*) Infiltrarea aerului din recuperator în mediul ambiant se face, de obicei, în zona gazelor de ardere, prin fisuri sau crăpături ce apar datorită suprasolicitărilor termice.

În mod direct se poate proceda măsurînd debitul de aer intrat, atunci cînd evacuarea din recuperator este închisă etanş.

La funcţionarea de regim se pot obţine în mod indirect scăpările de aer, prin efectuarea diferenţei între debitul de aer intrat şi cel evacuat din recuperator.

Deoarece aceste două metode comportă, în general, dificultăţi în aplicare, din cauza lipsei de spaţiu pentru plasarea dispozitivului de măsurat a debitului de aer intrat în recuperator, se poate recurge la o altă metodă indirectă.

Astfel, determinîndu-se conţinutul procentual de bioxid de carbon, înainte şi după porţiunea de recuperator a cărei etanşeitate se controlează, se constată dacă la funcţionarea de regim se obţin aceleaşi valori.

Dacă se constată scăderea conţinutului procentual de bioxid de carbon de la valoarea CO_2 la valoarea CO'_2, rezultă că se infiltrează aer preîncălzit din recuperator în gazele de ardere.

Uneori, pentru a avea o imagine mai completă asupra gradului de etanşeitate a recuperatorului, este necesară determinarea cantităţii de aer ce se infiltrează în gazele de ardere. Această problemă se va rezolva în continuare, propunîndu-se o metodă de calcul adecvată acestui scop.

1.3.1. Arderea completă a combustibilului. Debitul de gaze de ardere evacuat din agregatul utilizator al aerului preîncălzit, sau, în general, dintr-un focar oarecare care deserveşte recuperatorul, este :

$$D_g = B \cdot V_g \qquad (1)$$

unde $V_g = V_{0g} + (n-1) \cdot L_0$.

Admiţînd că debitul de gaze D_g intră în recuperator unde, în cazul infiltrării cantităţii de aer ΔD_a, se măreşte, devine :

$$D'_a = D_g + \Delta D_a$$

sau

$$\Delta D_a = D'_g - D_g \qquad (2)$$

Cantitatea de gaze D'_g se poate obţine din relaţia :

$$D'_g = B \cdot V'_g \qquad (3)$$

unde

$$V'_g = V_{0'} + (n'-1) \cdot L_0.$$

Folosind relaţia (2) şi expresiile parametrilor V_g şi V'_g se poate scrie relaţia :

$$\Delta D_a = B \cdot (n' - n) \cdot L_0. \qquad (4)$$

În cazul arderii complete, coeficienţii de exces de aer n şi n' au expresiile :

$$n = \frac{0{,}21}{\sigma}\left(\frac{1}{CO_2} + \sigma - 1 - \nu\right) \qquad (5)$$

$$n' = \frac{0{,}21}{\sigma} \cdot \left(\frac{1}{CO'_2} + \sigma - 1 - \nu\right). \qquad (6)$$

Înlocuind expresiile (5) și (6) în relația (4), se obține :

$$\Delta D_a = \frac{0{,}21 \cdot B \cdot L_0}{\sigma} \cdot \left(\frac{1}{CO'_2} - \frac{1}{CO_2} \right). \qquad (7)$$

Din formula (7) se poate trage concluzia că se poate determina cantitatea de aer infiltrată în gazele de ardere prin neetanșeitățile recuperatorului, dacă se determină :

– cantitatea de combustibil arsă B ;
– caracteristicile combustibilului σ și L_0 ;
– conținutul procentual de CO_2 și CO'_2

1.3.2. Arderea incompletă a combustibilului. Dacă arderea are loc incomplet din motive chimice, V_g și V'_g se calculează în mod corespunzător analizelor chimice efectuate, iar prin înlocuirea în relațiile (1) și (3) se obțin debitele D'_g și D_g.

Aceste valori fiind înlocuite în formula (2) dau mărimea debitului ΔD_a.

Determinarea directă a debitelor D_g și D'_g prin alte metode adecvate poate da rezultate și în cazul arderii complete. Dacă arderea are loc imcomplet din motive mecanice, din care cauză în loc de cantitatea de combustibil B arde numai cantitatea de combustibil $B' < B$, problema se rezolvă prin utilizarea relației (7), unde în loc de B se înlocuiește cu B'.

Pentru ca metoda prezentată să dea rezultate juste este necesar ca — în zona recuperatorului între prizele pentru luat probele de gaze de ardere — să nu se aspire aer din mediul ambiant, deci construcția respectivă trebuie efectuată în mod corespunzător. De asemenea, plasarea prizelor prin care se iau probele de gaze de ardere trebuie efectuată judicios, astfel încît amestecul dintre gazele de ardere și aerul ce se pierde eventual din recuperator să devină omogen.

Deoarece în instalațiile moderne pentru arderea combustibililor se determină în mod permanent consumul de combustibil și compoziția gazelor de ardere la evacuarea din focar, modificările în plus pe care le introduce aplicarea acestei metode sînt minime și în consecință se pretează la o aplicare relativ ușoară.

Infiltrarea aerului în gazele de ardere conduce — în afară de deficiențele semnalate anterior — la scăderea eficienței recuperatorului și la înrăutățirea tirajului.

Constatarea deficiențelor arătate la paragrafele 1.2 și 1.3 necesită revizia rapidă a recuperatorului și repararea sau înlocuirea părților defecte.

2. Corectarea rezultatelor experimentale

În mod suplimentar față de capitolul anterior, se vor folosi următoarele notații :

A – coeficientul aerodinamic al porțiunii de recuperator considerate ;
W_a – viteza medie de trecere a aerului în porțiunea de recuperator cu secțiunea transversală F_a (m/s) ;
t_m – temperatura medie a aerului în prima „trecere" a recuperatorului, producînd pierderea de presiune h_a(°C).

Deoarece în porțiunile de recuperator considerate nu se pot realiza totdeauna aceleași temperaturi medii ale aerului ca la încercarea inițială, trebuie să se facă o corecție în acest sens.

Dacă pentru prima „trecere" temperatura medie a aerului la încercarea inițială a fost t'_m, iar la încercarea ulterioară t_m, pentru aceeași viteză medie a aerului pierderile de presiune se pot pune sub forma :

$$h'_a = A \cdot W_a^2 \cdot \frac{(273 + t'_m)}{273} \qquad (8)$$

$$h_a = A \cdot W_a^2 \cdot \frac{(273 + t_m)}{273} \qquad (9)$$

Din împărțirea relațiilor (2) și (3) rezultă :

$$h'_a = h_a \cdot \frac{273 + t'_m}{273 + t_m} \qquad (10)$$

Măsurînd h_a și t_m și considerînd t'_m se poate obține imediat valoarea pierderii de presiune h'_a cu care se intră în diagramele din fig. 2 și fig. 3 pentru a face comparațiile arătate anterior.

În mod practic t_m și t'_m iau valori între 20°C și 40°C.

Nu se admit valori mai mari, deoarece astfel pot apărea diferențe sensibile între h_a și h'_a rezultate din neuniformitatea vitezelor în diferitele elemente de recuperator montate în paralel.

O formă similară relației (10) se poate obține și pentru al doilea grup de elemente care alcătuiesc cea de a doua „trecere".

3. Concluzii

Prin metoda propusă se pot identifica — în timpul funcționării deteriorările ce pot apărea la un recuperator cu aer.

Evaluîndu-se periodic valorile pierderilor de presiune pe diverse porțiuni ale unui recuperator, din abaterile ce apar rezultă condițiile în care funcționează. Determinîndu-se conținutul procentual de bioxid de carbon în două puncte judicios alese, se verifică dacă rezistența aerodinamică se mărește din cauza pierderii aerului prin părțile neetanșe ale recuperatorului în contact cu gazele de ardere, sau din alte motive (deformații, depuneri etc.).

În sfîrșit, se arată modul de cercetare a valorilor obținute experimental, în cazul cînd temperaturile medii ale aerului pe porțiunile respective de recuparator nu sînt identice în fiecare experimentare efectuată.

Extinderea domeniului de utilizare a meselor de calcul de curent continuu

Ing. *EUGEN POTOLEA*

Mesele de calcul de curent continuu și alternativ au căpătat în prezent o largă utilizare în domeniul rețelelor electrice. Ele au devenit auxiliare prețioase ale institutelor de studii și proiectări energetice cum și ale serviciilor de dispeceri din sistemele electrice.

În țara noastră, primul auxiliar de calcul s-a construit în 1930 sub forma unui model de rețea cu ajutorul căruia s-au determinat curenții de scurtcircuit. În anul 1954 s-a importat din U.R.SS. o masă de curent continuu de tip universal destinată de asemenea numai determinării curenților de scurtcircuit. O masă de calcul de curent alternativ s-a construit nu de multă vreme în cadrul Institutului de energetică al Academiei R.P.R. și este destinată determinării repartiției puterilor și tensiunilor în rețelele buclate.

Masa de curent continuu este unul din cele mai simple auxiliare de calcul al rețelelor electrice. Domeniul ei de utilizare, limitat în mod obișnuit la determinarea curenților de scurtcircuit, poate fi extins la determinarea aproximativă dar rapidă a repartiției puterilor, fapt care face ca masa de curent continuu să devină un auxiliar prețios al serviciilor de dispeceri din sistemele energetice.

În articolul de față se va prezenta o nouă extindere a domeniului de utilizare a meselor de curent continuu cu privire la determinarea căderilor de tensiune și a pierderilor de putere în rețelele buclate. Metodele propuse vor fi ilustrate cu rezultatele obținute pe masa de calcul de la Institutul de studii și proiectări energetice din București.

1. **Determinarea repartiției puterilor.** Determinarea repartiției puterilor se face pe baza teoriei similitudinii care permite stabilirea unor relații între mărimile din rețeaua originală și mărimile din modelul de rețea realizat pe masa de calcul.

Stabilirea analogiei dintre mărimile rețelei originale de curent alternativ și mărimile rețelei model de curent continuu se face plecînd de la expresiile legilor lui Kirchoff scrise pentru buclele care nu conțin forțe electromotoare și pentru nodurile corespunzătoare :

$$\left.\begin{aligned}\Sigma \bar{Z}\bar{I} &= 0\\ \Sigma\, I &= 0\end{aligned}\right\} \quad (1)$$

$$\left.\begin{aligned}\Sigma\, R_c I_c &= 0\\ \Sigma\, I_c &= 0\end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Dacă în rețeaua de curent alternativ se exprimă curenții în funcție de puterile și tensiunile din capetele liniilor, atunci :

$$\bar{I} = \frac{\bar{S}_1}{\sqrt{3}\,\hat{U}_1} = \frac{\bar{S}_2}{\sqrt{3}\,\hat{U}_2} \quad (3)$$

sau

$$I = \frac{\frac{1}{2}(\bar{S}_1 + \bar{S}_2)}{\frac{1}{2}\sqrt{3}(\hat{U}_1 + \hat{U}_2)} = \frac{\bar{S}_{med}}{\sqrt{3}\,\hat{U}_{med}}. \quad (4)$$

Făcînd aproximația că tensiunile medii sînt aceleași în toate ramurile și introducînd (4) în (1) se obține sistemul :

$$\left.\begin{aligned}\Sigma\, \bar{Z}\bar{S} &= 0\\ \Sigma \bar{S} &= 0\end{aligned}\right\} \quad (5)$$

în care s-a omis indicele „med" pentru simplificarea scrierii.

În continuare se va considera întîi cazul particular al rețelelor omogene și apoi cazul general al rețelelor neomogene.

a) *Rețeaua omogenă.* Se spune că rețeaua este omogenă atunci cînd toate ramurile ei sînt formate din impendanțe avînd același argument :

$$\bar{Z}_i = Z_i\, e^{j\Psi_0} \quad (6)$$

În acest caz sistemul (5) devine :

$$\left.\begin{aligned}\Sigma Z\bar{S} &= 0\\ \Sigma\, \bar{S} &= 0\end{aligned}\right\} \quad (7)$$

sau

$$\left.\begin{aligned}\Sigma Z P &= 0\\ \Sigma\, P &= 0\end{aligned}\right\} \quad (8)$$

$$\left.\begin{aligned}\Sigma Z Q &= 0\\ \Sigma Q &= 0\end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Comparînd (8) și (9) cu (2) se poate scrie :

$$\left.\begin{aligned}R_c &= \lambda Z\\ I_{cp} &= KP\end{aligned}\right\} \quad (10)$$

$$\left.\begin{aligned}R &= \lambda Z\\ I_{cq} &= KQ\end{aligned}\right\} \quad (11)$$

Relațiile (10) și (11) arată că studiul repartiției puterilor într-o rețea de curent alternativ se poate face pe baza studiului repartiției curenților în două rețele similare de curent continuu parcurse de curenți proporționali cu puterile active și reactive. Cele două

rețele model sînt formate numai din rezistențe proporționale cu impedanțele, reactanțele sau rezistențele ramurilor rețelei omogene de curent alternativ :

$$R_c = \lambda Z = \lambda' X = \lambda'' R. \qquad (12)$$

Pentru a exemplifica, fie o rețea de curent alternativ (fig. 1,*a*) prin intermediul căreia se realizează transmiterea energiei electrice

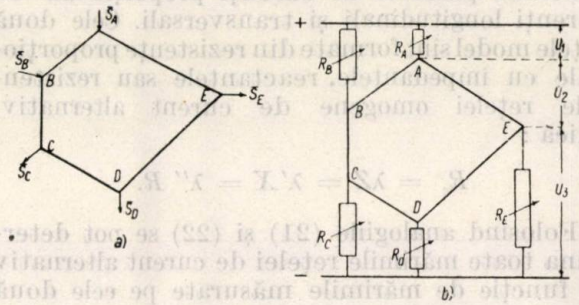


Fig. 1. Determinarea repartiției puterilor :
a – rețeaua de curent alternativ ; *b* – modelul de curent continuu.

de la două centrale A, B la trei consumatori C,D,E. Modelul acestei rețele construit pe masa de curent continuu (fig. 1,*b*) va avea nodurile A,B,C,D,E conectate la polul pozitiv sau negativ al unei baterii de acumulatoare după cum în nodul corespunzător este plasată o centrală sau un consumator.

Rezistențele reglabile R_A, R_B, R_C, R_D, R_E permit reglarea curenților din rețeaua de curent continuu la valori proporționale cu puterile corespunzătoare active sau reactive ale centralelor și consumatorilor din rețeaua de curent alternativ. După ce a fost efectuat acest reglaj se măsoară curenții din ramurile modelului și se determină apoi puterile din ramurile rețelei studiate.

Trebuie remarcat că reglarea curenților corespunzători centralelor și consumatorilor este o operație dificilă dacă rezistențele reglabile au același ordin de mărime ca și rezistențele figurative ale rețelei. Pentru a face acest reglaj cît mai comod este necesar să se aleagă rezistențele reglabile mult mai mari decît cele figurative ale rețelei. În acest caz tensiunea aplicată a bateriei de acumulatoare se poate descompune în trei căderi de tensiune (fig. 1, *b*) :

$$U = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_3$$

în care :

ΔU_1 este căderea de tensiune în rezistența figurativă a sursei ;
ΔU_2 — căderea de tensiune în rezistența figurativă a rețelei ;
ΔU_3 — căderea de tensiune în rezistența figurativă a consumatorului.

Alegînd în mod convenabil rezistențele se poate face ca ΔU_2 să reprezinte numai cîteva procente din tensiunea aplicată astfel încît să rezulte :

$$\Delta U_1 \simeq \Delta U_3 \simeq \frac{U}{2}. \qquad (13)$$

În aceste condiții reglajul curenților se poate face comod deoarece ei sînt aproape independenți unii de alții tot așa cum și tensiunile aplicate rezistențelor reglabile sînt aproape constante.

b) *Rețeaua neomogenă.* Se spune că rețeaua este neomogenă atunci cînd impedanțele ramurilor ei posedă argumente diferite. Pentru rețelele întîlnite în practică se poate admite că majoritatea impedanțelor au același argument și numai un număr redus de elemente neomogene posedă argumente diferite. Elementele neomogene ale unei rețele de linii aeriene pot fi constituite, de exemplu, din linii în cablu sau din transformatoarele ce interconectează liniile sau buclele de tensiuni diferite.

Determinarea repartiției puterilor într-o rețea neomogenă poate fi făcută pe masa de curent continuu dacă se completează măsurătorile cu unele calcule analitice intermediare.

Principiul metodei constă în a înlocui elementul neomogen prin unul omogen și a compensa apoi eroarea astfel introdusă prin injectarea unei puteri suplimentare. Cu alte cuvinte se înlocuiește schema reală a elementului neomogen (fig. 2, *a*) printr-o schemă echivalentă a unui element omogen parcurs de o putere suplimentară $\bar{S}_0$ (fig. 2, *b*).

Rezistența suplimentară $\pm \Delta R$ se determină astfel încît argumentul impedanței $R \pm \Delta R + jX$ să fie egal cu argumentul impedanțelor din restul rețelei omogene. Puterea injectată $\bar{S}_0$ se determină punînd condiția ca repartiția

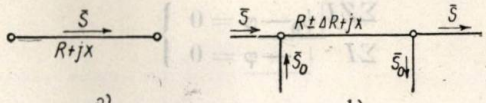


Fig. 2. Schema echivalentă a unui element neomogen (studiul repartiției puterilor) :
a – înainte de omogenizare ; *b* – după omogenizare.

puterilor în restul rețelei să fie aceeași în schema reală și în cea echivalentă, adică :

$$\bar{S}(R + jX) = (\bar{S} + \bar{S}_0)(R \pm \Delta R + jX) \qquad (14)$$

Din această relație se obține :

$$\bar{S}_0 = -\bar{S}\frac{R}{R \pm \Delta R + jX} \qquad (15)$$

sau

$$\left.\begin{aligned} P_0 &= -P\frac{R(R \pm \Delta R)}{(R \pm \Delta R)^2 + X^2} + Q\frac{RX}{(R \pm \Delta R)^2 + X^2} \\ Q_0 &= -P\frac{RX}{(R \pm \Delta R)^2 + X^2} - Q\frac{R(R \pm R)}{(R \pm \Delta R)^2 + X^2} \end{aligned}\right\} \qquad (16)$$

Determinarea repartiției puterilor într-o rețea neomogenă se efectuează în mai multe etape, și anume :

1. Se determină repartiția puterilor într-o primă aproximație considerînd rețeaua omogenă.

2. Se calculează puterile date de relația (16) și se injectează în elementele neomogene curenți proporționali cu aceste puteri.

3. Se măsoară noile valori ale curenților din ramuri și se determină repartiția puterilor în a doua aproximație.

Dacă se urmărește un rezultat mai exact se poate trece la o nouă aproximație refăcînd operațiile 2° și 3° pe baza ultimelor valori obținute la 3°. Se constată că seria valorilor P_0 și Q_0 este rapid convergentă, astfel încît nu sînt necesare mai mult de două sau de trei cicluri de operații.

2. Determinarea căderilor de tensiune

Metoda expusă mai sus pentru studiul repartiției puterilor medii s-a bazat pe aproximația că tensiunile medii sînt aceleași pentru toate ramurile rețelei. Prin introducerea acestei aproximații s-a eliminat posibilitatea determinării tensiunilor reale ale nodurilor rețelei.

Pentru determinarea tensiunilor rețelei originale de curent alternativ cu ajutorul rețelei model de curent continuu trebuie să se stabilească o analogie care să nu introducă nici o aproximație. Această analogie se stabilește plecînd tot de la ecuațiile Kirchoff care capătă aspecte diferite pentru rețele omogene sau neomogene.

a) *Rețeaua omogenă.* Ecuațiile (1) scrise pentru o rețea omogenă capătă forma :

$$\left.\begin{aligned} \Sigma ZI\,|\underline{\psi_0 - \varphi} &= 0 \\ \Sigma I\ \ |\underline{\ -\varphi} &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (17)$$

sau :

$$\left.\begin{aligned} \Sigma ZI\,|\underline{-\varphi} &= 0 \\ \Sigma I\ \ |\underline{-\varphi} &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (18)$$

Separînd părțile reale și imaginare din relațiile (18) se obțin două sisteme de ecuații :

$$\left.\begin{aligned} \Sigma ZI\ \cos\varphi &= 0 \\ \Sigma I\ \ \cos\varphi &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (19)$$

$$\left.\begin{aligned} \Sigma ZI\ \sin\varphi &= 0 \\ \Sigma I\ \ \sin\varphi &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (20)$$

care comparate cu sistemul (2) conduc la stabilirea următoarelor analogii :

$$\left.\begin{aligned} R_c &= \lambda Z \\ I_{cL} &= K'I\cos\varphi = K'\,I_L \end{aligned}\right\} \qquad (21)$$

$$\left.\begin{aligned} R_c &= \lambda Z \\ I_{cT} &= K'I\sin\varphi = K'I_T \end{aligned}\right\} \qquad (22)$$

în care s-a notat cu :

I_{cL} — curentul continuu proporțional cu componenta activă I_L a curetului $\bar{I}$;

I_{cT} — curentul continuu proporțional cu componenta reactivă I_T a curentului $\bar{I}$.

Relațiile (21) și (22) arată că studiul unei rețele de curent alternativ se poate face pe baza studiului a două rețele similare de curent continuu parcurse de curenți proporționali cu curenți longitudinali și transversali. Cele două rețele model sînt formate din rezistențe proporționale cu impedanțele, reactanțele sau rezistențele rețelei omogene de curent alternativ, adică :

$$R_c = \lambda Z = \lambda' X = \lambda''\, R.$$

Folosind analogiile (21) și (22) se pot determina toate mărimile rețelei de curent alternativ în funcție de mărimile măsurate pe cele două rețele de curent continuu.

Relațiile dintre căderile de tensiune în rețeaua de curent alternativ și în rețelele de curent continuu se stabilesc după cum urmează :

$$\left.\begin{aligned} \Delta V_L &= ZI\cos(\varphi_0 - \varphi) \\ \Delta V_T &= ZI\sin(\psi_0 - \varphi) \end{aligned}\right\} \qquad (23)$$

$$\begin{aligned} \Delta V_{cL} &= R_c\, I_{cL} = \lambda' K' XI\cos\varphi \\ \Delta V_{cT} &= R_c\, I_{cT} = \lambda' K'\, XI\ \sin\varphi \end{aligned} \qquad (24)$$

Din (23) și (24) se obține :

$$\frac{\Delta V_{cT}}{\Delta V_{cL}} = \operatorname{tg}\varphi$$

$$\frac{\Delta V_L}{\Delta V_{cL}} = \frac{1}{\lambda' K'}\,\frac{Z}{X}\,\frac{\cos(\psi_0 - \varphi)}{\cos\varphi} = \frac{1}{\lambda' K'}\,(\operatorname{tg}\varphi + \operatorname{ctg}\psi_0)$$

$$\frac{\Delta V_T}{\Delta V_{cT}} = \frac{1}{\lambda' K'}\,\frac{Z}{X}\,\frac{\sin(\psi - \varphi)}{\sin\varphi} = \frac{1}{\lambda' K'}\,(\operatorname{ctg}\varphi - \operatorname{ctg}\psi_0)$$

sau :

$$\left.\begin{aligned} \Delta U_L &= \frac{\sqrt{3}}{\lambda' K'}\,(\Delta V_{cT} + \Delta V_{cL}\operatorname{ctg}\psi_0) \\ \Delta U_T &= \frac{\sqrt{3}}{\lambda' K'}\,(\Delta V_{cL} - \Delta V_{cT}\operatorname{ctg}\psi_0). \end{aligned}\right\} \qquad (25)$$

Determinarea tensiunilor într-o rețea omogenă se efectuează în mai multe etape, și anume :

1°. Se injectează în nodurile celor două rețele curenți dați de relațiile (21) și (22) și se măsoară apoi pe masa de calcul căderile de tensiune pe toate ramurile.

Curenții din relațiile (21) și (22) se calculează într-o primă aproximație considerînd că tensiunile nodurilor sînt egale cu tensiunea nominală:

$$\left.\begin{aligned} I_{cL} &= K'I\cos\varphi = K'\frac{P}{\sqrt{3}\,U_n} = kP \\ I_{cT} &= K'I\sin\varphi = K'\frac{Q}{\sqrt{3}\,U_n} = KQ. \end{aligned}\right\} \quad (26)$$

Se constată că repartiția curenților în rețelele de curent continuu este asemănătoare cu aceea obținută la determinarea repartiției puterilor medii. Rezultatele obținute acolo reprezintă prima aproximație și pot fi folosite în continuare dacă se ia:

$$K' = K\sqrt{3}\,U_n. \quad (27)$$

2°. Folosind relațiile (25) se determină într-o primă aproximație tensiunile în fiecare nod al rețelei de curent alternativ.

3°. Folosind relațiile (25) se recalculează curenții ce trebuie injectați pe baza noilor valori ale tensiunilor obținute la punctul 2.

4°. Folosind relațiile (24) se determină în a doua aproximație tensiunile în fiecare nod.

Determinările experimentale efectuate pentru diferite rețele au arătat că rezultatele obținute în prima aproximație sînt suficient de apropiate de cele reale. Erori sensibile rezultă numai pentru tensiunile din rețeaua transversală. În consecință pentru rețeaua transversală uneori este indicat să se treacă la o a doua aproximație determinînd astfel și o repartiție mai exactă a puterilor reactive. Acționînd asupra repartiției puterilor reactive în rețeaua transversală se poate face și un studiu asupra reglajului tensiunilor.

b) *Rețeaua neomogenă.* Dacă rețeaua studiată este neomogenă, atunci prima relație din (17) nu mai poate fi scrisă sub forma (18). Această dificultate se înlătură așa cum s-a făcut și la studiul repartiției puterilor, înlocuind elementele neomogene prin altele omogene, parcurse de curenți suplimentar (fig. 3). Punînd condiția

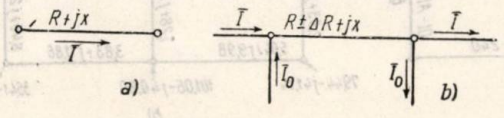


Fig. 3. Schema echivalentă a unui element neomogen; *a* — înainte de omogenizare; *b* — după omogenizare.

ca cele două scheme să fie echivalente se obține relația:

$$\bar{I}(R + jX) = (\bar{I} + \bar{I}_0)(R \pm \Delta R + jX) \quad (28)$$

din care rezultă:

$$\bar{I}_0 = -\bar{I}\frac{R}{R \pm \Delta R + JX}$$

sau:

$$\left.\begin{aligned} I_{0L} &= -I_L\frac{R(R \pm \Delta R)}{(R \pm \Delta R)^2 + X^2} + \\ &+ I_T\frac{RX}{(R \pm \Delta R)^2 + X^2} \\ I_{0T} &= -I_L\frac{RX}{(R \pm \Delta R)^2 + X^2} + \\ &+ I_T\frac{R(R \pm \Delta R)}{(R \pm \Delta R)^2 + X^2} \end{aligned}\right\} \quad (29)$$

În urma acestei operații de omogenizare a rețelei toate relațiile stabilite anterior devin aplicabile. Determinarea tensiunilor o dată cu determinarea mai exactă a repartiției puterilor se face după cum urmează:

1°. Se determină într-o primă aproximație curenții injectați în rețea, considerînd că tensiunile nodurilor sînt egale cu tensiunile nominale. În aceste condiții relațiile (29) devin analoge cu relațiile (16) astfel încît se pot folosi rezultatele obținute la studiul repartiției puterilor cu condiția ca să fie îndeplinită relația (27).

2°. Se efectuează aceleași operații ca la punctele 2 și 3 de la paragraful precedent.

3°. Se injectează în elementele neomogene curenții dați de relațiile (29).

4°. Folosind relațiile (24) se recalculează tensiunile în fiecare nod al rețelei.

3. Determinarea pierderilor de putere

Pierderile de putere în rețeaua de curent alternativ se pot determina prin calcul analitic folosind relațiile:

$$\left.\begin{aligned} \Delta P &= \Sigma R\frac{P^2+Q^2}{U^2} = \frac{1}{U^2}\Sigma R\,(P^2 + Q^2) \\ \Delta Q &= \Sigma X\frac{P^2+Q^2}{U^2} = \frac{1}{U^2}\Sigma X\,(P^2 + Q^2) \end{aligned}\right\} \quad (30)$$

Ținînd seama de relațiile (10), (11) și (12) pierderile de putere în rețeua de curent alternativ pot fi exprimate în funcție de pierderile de putere din rețelele de curent continuu după cum urmează:

$$\begin{aligned} \Delta P &= \frac{1}{U^2}\sum\frac{1}{\lambda''}R_c\left(\frac{I_{cp}^2}{K^2} + \frac{I_{cq}^2}{K^2}\right) = \\ &= \frac{1}{\lambda''K^2U^2}\left(\Delta P_{cp} + \Delta P_{cq}\right) = \frac{\Delta P_c}{\lambda''K^2U^2} \\ \Delta Q &= \frac{1}{U^2}\frac{1}{\lambda'}R_c\left(\frac{I_{cp}^2}{K^2} + \frac{I_{cq}^2}{K^2}\right) = \\ &= \frac{1}{\lambda'K^2U^2}\left(\Delta P_{cp} + \Delta P_{cq}\right) = \frac{\Delta P_c}{\lambda'K^2U^2} \end{aligned} \quad (31)$$

Pierderile de putere ΔP_{cp} și ΔP_{cq} se determină pe baza rezultatelor obținute la determinarea repartiției puterilor active și reactive.

Într-adevăr, dacă din puterea totală absorbită de la sursă se scad pierderile în rezistențele reglabile, atunci se obține :

$$\left.\begin{aligned}\Delta P_{cp} &= P_p - \Sigma R_p I_{cp}^2 \\ \Delta P_{cq} &= P_{tq} - \Sigma R_q I_{cq}^2\end{aligned}\right\} \quad (32)$$

Relațiile (32) permit determinarea pierderilor în rețelele de curent continuu, iar relațiile (31) dau pierderile de putere în rețeaua de curent alternativ.

Pentru rețelele neomogene calculul se complică și de aceea el nu este recomandabil decît în cazul cînd numărul elementelor neomogene este redus. Puterile absorbite de elementul neomogen din rețea, adică de la sursa principală și de la sursa suplimentară vor fi : ·

$$\left.\begin{aligned}\Delta P_{pr} &= \Delta U_L I_L = (R \pm \Delta R)(I_L + I_{0L})I_L \\ \Delta P_{ps} &= \Delta U_L I_{0L} = (R \pm \Delta R)(I_L + I_{0L})I_{0L}\end{aligned}\right\} \quad (33)$$

$$\left.\begin{aligned}\Delta P_{qr} &= \Delta U_T I_T = (R \pm \Delta R)(I_T + I_{0T})I_T \\ \Delta P_{qs} &= \Delta U_T I_{0T} = (R \pm \Delta R)(I_T + I_{0T})I_{0T}\end{aligned}\right\} \quad (34)$$

Din relațiile (33) și (34) se obține :

$$\left.\begin{aligned}\Delta P_{pr} - \Delta P_{ps} &= (R \pm \Delta R)(I_L^2 - I_{0L}^2) \approx \\ &\approx R(I_L^2 - I_{0L}^2) \\ \Delta P_{qr} - \Delta P_{qs} &= (R \pm \Delta R)(I_T^2 - I_{0T}^2) \approx \\ &\approx R(I_T^2 - I_{0T}^2)\end{aligned}\right\}$$

sau :

$$\left.\begin{aligned}R I_L^2 = R I_{cp}^2 &= \Delta P_{pr} - \Delta P_{ps} + R I_{0L}^2 \\ R I_T^2 = R I_{cq}^2 &= \Delta P_{qr} - \Delta P_{qs} + R I_{0T}^2\end{aligned}\right\} \quad (35)$$

Însumînd pierderile în toate elementele rețelei omogene și neomogene se obțin relații de forma (32) în care apar termeni suplimentari $-\Delta P_{ps} + RI_{0L}^2$ și $-\Delta P_{qs} + RI_{0q}^2$ care trebuie determinați pentru fiecare element neomogen.

4. Determinări experimentale

Masa de calcul pe care s-a lucrat posedă patru părți distincte, după cum urmează :

a) *Elementele figurative ale rețelei*

— 6 potențiometre pentru reprezentarea generatoarelor ;

— 120 rezistențe decadice pentru reprezentarea liniilor, transformatoarelor, consumatorilor ;

— 40 cutii de rezistențe $(10 \cdot 10 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 0{,}1)\ \Omega$;

— 60 cutii de rezistențe $(10 \cdot 100 + 10 \cdot 10 + 10 \cdot 1)\ \Omega$;

— 20 cutii de rezistențe $(10 \cdot 1000 + 10 \cdot 100 + 10 \cdot 10)\ \Omega$.

b) *Panouri pentru realizarea schemelor*

— panoul cu prize dispus în lungul mesei sub cutiile de rezistențe ;

— panoul cu fișe dispus în lungul mesei pe pupitrul orizontal ;

— panoul cu comutatoare dispus în lungul mesei pe pupitrul orizontal.

c) *Panoul de măsură și comandă*

Cele două aparate de măsură de care dispune masa sînt prevăzute cu șunturi pentru obținerea următoarelor scări :

— voltmetru (20 — 10 — 5 — 1 — 0,5) V ;

— ampermetru (500 — 200 — 100 — 50 — 20) mA.

Pe pupitrul orizontal este dispus, de asemenea, panoul cu comutatoare pentru introducerea aparatelor de măsură în oricare din ramurile rețelei studiate.

d) *Instalații auxiliare*

Alimentarea potențiometrelor se face de la rețeaua de 127 V sau 220 V prin intermediul unui transformator stabilizator de tensiune

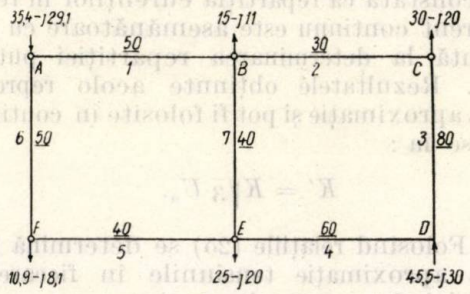


Fig. 4. Rețea omogenă de 110 kV.

care alimentează două redresoare cu seleniu. Tensiunea maximă a mesei de calcul este de 18 V, iar curentul nominal de 500 mA.

Ținînd seamă de caracteristicile mesei s-au ales parametrii :

$$\left.\begin{aligned}\lambda' &= 1 \\ K &= 2.10^{-10}\ \ [\mathrm{A/VA}].\end{aligned}\right\} \quad (36)$$

În continuare se vor prezenta rezultatele obținute la studiul a două rețele : una omogenă și alta neomogenă.

a). *Rețeaua omogenă.* Se consideră o rețea formată din linii aeriene de 110 kV cu conductoarele Ol—Al—120. În fig. 4 se dau lungimile liniilor în km și puterile din noduri în MVA.

S-a realizat pe masa de curent continuu schema din fig. 5 în care rezistențele figurative

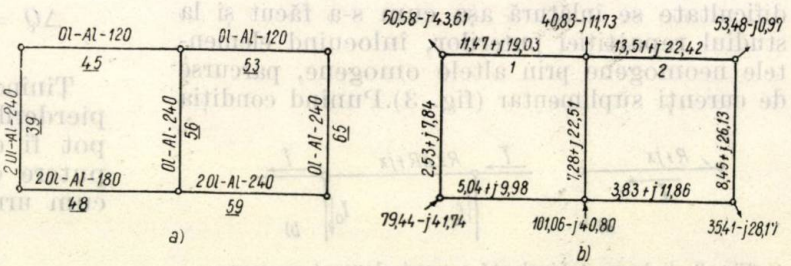


Fig. 5. Rețea neomogenă de 110 kV :
a — parametrii rețelei ; *b* — impedanțele ramurilor și puterilor consumatorilor

ale liniilor au fost luate egale cu reactanțele rețelei reale. Rezistențele reglabile au fost luate aproximativ de 100 ori mai mari decît rezistențele figurative ale rețelei astfel încît reglajul curenților doriți ai generatoarelor și compensatoarelor nu a întîmpinat dificultăți.

Pe baza măsurării curenților din ramurile rețelelor de curent continuu s-au determinat

apoi puterile active și reactive conform relațiilor :

$$\left.\begin{aligned} P &= \frac{I_{cp}}{K} \\ Q &= \frac{I_{cj}}{K} \end{aligned}\right\} \qquad (37)$$

În tabela 1 se dau rezultatele obținute pe cale experimentală și prin calcul analitic.

Tabela 1

Nr. de ordine al ramurii	Experimental		Analitic	
	P [MW]	Q [MVAr]	P [MW]	Q [MVAr]
1	20,5	16,5	20,4	16,5
2	8,2	5,9	8	5,8
3	21,5	14	22	14,2
4	23,5	16	23,5	15,8
5	4,1	4,5	4,1	4,5
6	15	12,5	15	12,5
7	2,5	0,4	2,6	0,3

Comparînd valorile mărimilor măsurate cu cele obținute prin calcul analitic se constată că apar diferențe de ordinul de mărime al zecimilor de MVA. Aceste erori pot să se datoreze următoarelor cauze :

1. Reglajul neprecis al curenților doriți ca urmare a dificultăților de fixare a rezistențelor cu ajutorul fișelor cu înșurubare de care dispune masa de calcul.

2. Eroarea aparatului de măsură (clasa 0,2).

3. Eroarea de citire a celei de a treia cifre pe o scală gradată în 100 de diviziuni.

Tabela 2

Nodul	V_L [V]	V_T [V]
A	8,38	8,08
B	8,3	7,98
C	8,28	7,98
D	8,42	8,08
E	8,3	8
F	8,32	8

Ultimele erori devin inadmisibil de mari dacă citirile se fac în partea de la începutul scalei. Pentru a evita aceasta, trebuie ca aparatul de măsură să posede un șunt convenabil cu ajutorul căruia să se schimbe scara sa.

Masa de calcul pe care s-a lucrat nu este adaptată pentru studiul repartiției puterilor și de aceea aparatul de măsură nu a fost prevăzut cu un șunt mai mic de 20 mA sau cu o tensiune mai mare de 20 V.

Pentru determinarea căderilor de tensiune în rețeaua de curent alternativ este necesar să se măsoare căderile de tensiune în cele două rețele de curent continuu. Deoarece masa nu oferă posibilitatea măsurării directe a căderilor de tensiune s-au măsurat tensiunile nodurilor ale căror valori sînt date în tabela 2.

Căderile de tensiune se determină efectuînd calculele indicate de relațiile (24) și prezentate în tabela 3, în care intervin factorii :

$$\frac{\sqrt{3}}{\lambda' K'} = \frac{1}{\lambda' K U_n} = \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 10^{-10} \cdot 110 \cdot 10^3} = 45{,}5 \cdot 10^3$$

$$\operatorname{ctg}\psi = \frac{R}{X} = \frac{0{,}27}{0{,}42} = 0{,}64.$$

Considerînd cunoscută tensiunea din nodul D și luînd :

$$U_p = U_{D\,L} = 115 \text{ kV}$$

se obțin rezultatele din tabela 4.

Examinînd tabela 4 se constată o corespondență satisfăcătoare între tensiunile calculate prin metoda clasică și cele determinate pe baza măsurătorilor. Pentru tensiunile longitudinale erorile nu depășesc 1%. O precizie și mai mare s-ar fi obținut dacă se măsurau direct căderile de tensiune între nodurile rețelei.

Tabela 4

Nodul	Experimental		Analitic	
	U_L [kV]	U_T [kV]	U_L [kV]	U_T [kV]
A	113,84	— 1,82	114,1	— 1,27
B	106,96	— 2,54	108,3	— 3,07
C	106,38	— 3,46	106,7	— 3,54
D	115	0	115	0
E	107,87	— 3,13	108,47	— 2,7
F	108,45	— 2,22	107,07	— 2,41

b). *Rețeaua este neomogenă.* Se consideră o rețea formată din linii aeriene de 110 kV avînd conductoare de secțiuni diferite, după cum se arată în fig. 5, *a*. Impedanțele liniilor (în Ω) cum și puterile (în MVA) sînt date în fig. 5, *b*.

Elementele neomogene ale rețelei sînt impedanțele numerotate cu 1, 2, 5 pentru care se calculează diferențele :

$$\Delta R_1 = -5{,}63$$
$$\Delta R_2 = -6{,}63$$
$$\Delta R = -1{,}92.$$

Pentru injectarea curenților suplimentari în elementele neomogene este nevoie de o sursă

Tabela 3

Ramura	ΔV_{cL}	ΔV_{cT}	$\Delta V_{cL} \operatorname{ctg} \psi$	$\Delta V_{cT} \operatorname{ctg} \psi$	$\Delta V_{cT} + \Delta V_{cL} \operatorname{ctg} \psi$	$\Delta V_{cL} - \Delta V_{cT} \operatorname{ctg} \psi$	ΔU_L	ΔU_T
D—A	0,04	0	0,0256	0	0,0256	0,04	1,160	1,820
D—B	0,12	0,1	0,0768	0,064	0,1768	0,056	8,040	2,540
D—C	0,14	0,1	0,0896	0,064	0,1896	0,076	8,620	3,460
D—E	0,12	0,08	0,0768	0,0512	0,1568	0,0688	7,130	3,130
D—F	0,1	0,08	0,064	0,0512	0,144	0,0488	6,550	2,220

separată de tensiune. Ea a fost luată de la un montaj potențiometric alimentat de o baterie de acumulatoare.

În tabela 5 se dau rezultatele determinărilor experimentale cum și ale calculului analitic.

Tabela 5

Numărul ramurii	Puteri active				Puteri reactive			
	Prima aproximație	A doua aproximație	A treia aproximație	Calcul analitic	Prima aproximație	A doua aproximație	A treia aproximație	Calcul analitic
1	22,8	21,8	21,5	21,59	−1,3	−4,4	−4	−4,06
2	24,4	23,9	23,5	23,76	0	−2,7	−2,3	−2,25
3	28,5	29,4	29,8	29,72	− 1	1,7	1,3	1,28
4	63,7	64,7	65	65,13	27,4	29,7	30	29,45
5	5,6	6,8	7,2	7,07	−0,4	2,9	2,1	2,24
6	73	72,5	72,2	72,17	42,2	39	39,7	39,54
7	42,1	42,7	42,8	43	13,4	13,7	13,5	13,55

Prima aproximație se determină la fel ca la rețeaua omogenă. Pentru cea de a doua și a treia aproximație trebuie să se calculeze puterile suplimentare date de relațiile (16). În tabela 6 se dau rezultatele calculului puterilor

Tabela 6

Numărul ramurii	Puteri active			Puteri reactive		
	Prima aproximație	A doua aproximație	A treia aproximație	Prima aproximație	A doua aproximație	A treia aproximație
1	2,4	3,2	3,1	5,9	5,3	5,2
2	2	2,7	2,6	6,7	6,3	6,2
5	0,4	0	0	0,96	1,3	1,4

suplimentare pînă la a treia aproximație. Se constată că ultimele valori diferă puțin de precedentele și de aceea nu este indicat să se treacă la o nouă aproximație.

Examinînd tabela 5 se constată o corespondență destul de bună între valorile obținute pe baza măsurătorilor și cele obținute prin calcul analitic. Erorile cele mai mari apar la repartiția puterilor reactive însă și aici ele rămîn sub $3^0/_0$.

Tabela 7

Nodul	V_{cL} [V]	V_{cT} [V]
A	7,74	7,89
B	7,66	7,88
C	7,53	7,85
D	7,69	7,87
E	7,84	7,95
F	7,87	7,96

Tensiunile nodurilor din cele două rețele de curent continuu sînt date în tabela 7.

Căderile de tensiune în ramurile rețelei și tensiunile nodurilor se calculează la fel ca la rețeaua omogenă . Mersul calculelor și rezultatele pot fi urmărite în tabelele 8 și 9 în care s-a lucrat cu valorile :

$$\operatorname{ctg} \psi = 0{,}337$$

$$U_F = U_{FL} = 115 \text{ kV}.$$

Examinînd tabela 9 se constată o corespondență satisfăcătoare, în special la componentele longitudinale ale tensiunilor. O corespondență mai puțin satisfăcătoare apare la componentele transversale, însă acest fapt nu introduce erori apreciabile în determinarea tensiunilor eficace care interesează.

Tabela 9

Nodul	Experimental		Analitic	
	U_L [kV]	U_T [kV]	U_L [kV]	U_T [kV]
A	109,83	− 4,84	110,29	− 4,06
B	108,14	− 8,32	108,32	− 8,03
C	104,8	−13,7	105,73	−12,91
D	108,15	− 6,81	109,08	− 6,31
E	114,02	− 1,23	115,08	− 1,74
F	115	0	115	0

Este de remarcat că în metoda expusă volumul calculelor efectuate pe baza relațiilor (24) este mai redus decît volumul calculelor efectuate prin metoda analitică obișnuită la determinarea tensiunilor. Totodată, rezultatele pot fi mai exacte în metoda expusă dat fiind că se pot măsura direct tensiunile între nodurile rețelei în timp ce la metoda analitică obișnuită trebuie să se facă o însumare a căderilor de tensiune ceea ce înseamnă însumarea erorilor.

5. Concluzii

Teoria și rezultatele experimentale expuse arată că masa de curent continuu destinate pentru calculul curenților de scurtcircuit poată fi utilizată pentru determinarea repartiției puterilor, căderilor de tensiune și pierderilor de putere dacă se fac următoarele adaptări :

— pentru determinarea repartiției puterilor în rețelele neomogene masa trebuie înzestrată cu cîteva surse separate de curent continuu ;

— pentru determinarea căderilor de tensiune masa trebuie să posede posibilitatea măsurării

Tabela 8

Ramura	ΔV_{cL}	ΔV_{cT}	$\Delta V_{cL} \operatorname{ctg} \psi$	$\Delta V_{cT} \operatorname{ctg} \psi$	$\Delta V_{cT} + \Delta V_{cL} \operatorname{ctg} \psi$	$\Delta V_{cL} - \Delta_{cT} \operatorname{ctg} \psi$	ΔU_L	ΔU_T
F—A	0,04	0	0,0256	0	0,0256	0,01	1,160	1,820
F—B	0,12	0,1	0,0768	0,064	0,1768	0,056	8,040	2,540
F—C	0,14	0,1	0,0896	0,064	0,1896	0,076	8,620	3,460
F—D	0,12	0,08	0,0768	0,0512	0,1568	0,0688	7,130	3,130
F—E	0,1	0,08	0,064	0,0512	0,144	0,0488	6,550	2,220

directe a tensiunilor dintre diferitele noduri ale rețelei studiate.

S-a arătat că atît pentru rețelele omogene cît și pentru cele neomogene repartiția puterilor poate fi determinată cu o exactitate cît de mare dacă se consideră un număr mai mare de aproximații. În unele cazuri practice rezultatele din a doua sau din prima aproximație sînt de multe ori mulțumitoare. Astfel este cazul determinării repartiției puterilor și tensiunilor pentru stabilirea programelor zilnice ale sistemelor electrice. Determinarea repartiției puterilor cu o precizie prea mare devine nerațională deoarece însești sarcinile rețelei nu sînt cunoscute decît cu unele aproximații.

Masa de curent continuu dă un răspuns aproximativ însă rapid unor probleme care se pun la stabilirea programelor zilnice ale sistemelor electrice și de aceea ea este un auxiliar prețios al serviciilor de dispeceri.

Bibliografie

[1] Marcovici I. M.: *Electriceskie sistemi i ih rejimi* Gosenergoizdat, Moscova, 1957.

[2] Magnien M. și Bayer M.: *La nouvelle table à calcul a courant continu d'électricité de France.* RGE (1953) 10.

[3] Dodda L.: *Il modello di reti a corrente continua de centro di studio dei modelli elettrici.* L'Energia Elettrica, (1954) 3.

[4] Dimo P.: *Calculul rețelelor electrice de model.* Posibilitățile meselor de calcul de curent continuu. Electrotehnica (1952), 5.

[5] Potolea E.: *Contribuții la studiul sistemelor electrice cu ajutorul meselor de calcul* (disertație) 1956 Institutul Politehnic București.

Determinarea reactanțelor supratranzitorii la generatoarele sincrone trifazate

Ing. *ANIBAL BACIU*

Dezvoltarea sistemelor energetice din țara noastră impune din ce în ce mai mult cunoașterea precisă a parametrilor instalațiilor energetice și, în special, a generatoarelor din centralele electrice.

În ce privește curenții de scurtcircuit în sisteme, mersul în asincron al generatoarelor sincrone, stabilitatea statică și dinamică a sistemelor, posibilitatea aplicării reanclanșării automate fără controlul sincronismului, sau autosincronizarea generatoarelor sincrone, nu se poate face nici un calcul fără a cunoaște, în primul rînd, parametrii generatoarelor sincrone, care intră în schema respectivă. Din aceste motive, pentru a nu executa calcule rigide, bazate numai pe date extrase din literatură, sarcina cea mai importantă a unităților de exploatare, în această direcție, este cunoașterea precisă a parametrilor instalațiilor energetice și, în ipoteza în care ele nu sînt cunoscute prin date indicate de către fabrica constructoare, ridicarea lor experimentală.

În articolul de față, se evidențiază o metodă cunoscută de ridicare experimentală a reactanțelor supratranzitorii la generatoarele sincrone trifazate și rezultatele obținute, cum și concluziile trase din aplicarea ei la generatoarele unei centrale electrice de importanță raională din țara noastră.

Metoda aplicată se referă numai la determinarea reactanțelor supratranzitorii longitudinale (X''_d) și transversale (X''_q) la trei generatoare sincrone trifazate, prin aplicarea unei tensiuni alternative monofazate la două borne ale statorului, a treia bornă rămînînd liberă, iar rotorul fiind scurtcircuitat și în nemișcare sau în rotație lentă.

Se arată variația reactanțelor în funcție de frecvența tensiunii de alimentare a fazelor statorice și în funcție de saturație, pînă la valori nepericuloase ale curenților din înfășurările statorice și rotorice.

1. Metoda de lucru

Dacă se alimentează două faze ale circuitului statoric de la o sursă alternativă monofazată și se scurtcircuitează înfășurarea de excitație, rotorul fiind nemișcat, atunci generatorul sincron va lucra în regim de transformator static, la care cuplajul magnetic între stator și rotor va fi determinat de poziția rotorului față de stator.

Menținîndu-se constantă tensiunea de alimentare și învîrtind încet rotorul, curentul absorbit de stator va varia între un maxim și un minim. În mod identic, curentul care se induce în circuitul rotoric va avea, de asemenea, un maxim și un minim, în funcție de poziția rotorului. Este evident că în rotor apare un curent maxim atîta timp cît și în stator curentul este maxim.

Valorile maxime ale curenților, în cele două înfășurări, se obțin atunci cînd axa înfășurării de excitație coincide cu axa fluxului pulsator, rezultant al înfășurării statorice, iar valorile

lor minime cînd axele sînt perpendiculare una pe alta.

Se demonstrează că, prin acest mod de alimentare, se pot determina reactanțele supratranzitorii longitudinale X''_d și transversale X''_q. Dacă se notează cu Z'' impedanța și cu r'' rezistența, atunci pentru X''_d se obține :

$$Z''_d = \frac{U}{2\ I_{max}}\ ; \tag{1}$$

$$r''_d = \frac{P}{2\ I^2_{max}} \tag{2}$$

și deci :

$$X''_d = \sqrt{Z''^2_d - r''^2_d} \tag{3}$$

sau înlocuind (Z''_d) și (r''_d) din formulele (1) și (2) în formula (3) se capătă :

$$X''_d = \frac{U \cdot \sin \varphi}{2\ I_{max}} \tag{4}$$

în care :

$$\sin \varphi = 1 - \left(\frac{P}{P_a}\right)^2 \tag{5}$$

În aceste formule U este tensiunea monofazată aplicată, în V; I — curentul absorbit de stator, în A; P — puterea activă absorbită, în W; P_a — puterea aparentă, în VA și X''_d — reactanțele supratranzitorii longitudinale se vor obține în Ω.

În mod identic, pentru (X''_q) avem :

$$Z''_q = \frac{U}{2\ I_{min}}\ ; \tag{6}$$

$$r''_q = \frac{P}{2\ I^2_{min}}\ ; \tag{7}$$

$$X''_q = \sqrt{Z''^2_q - r''^2_q}\ ; \tag{8}$$

$$X''_q = \frac{U \cdot \sin \varphi}{2\ I_{min}}\ . \tag{9}$$

Notațiile folosite sînt aceleași ca și în cazul determinării lui X''_d, iar valoarea lui sin φ se determină tot după formula (5).

Se trage, deci, concluzia că reactanța X'', determinată în acest mod, este egală cu reactanța supratranzitorie longitudinală X''_d atunci cînd unghiul dintre axa înfășurării de excitație și cu axa fluxului pulsator dat de către stator este egal cu zero și este egală cu reactanța supratranzitorie transversală X''_q atunci cînd unghiul este egal cu 90°.

L. G. Mamikonian, V. V. Enio și M. I. Zemlianoi au demonstrat că această metodă poate fi aplicată și fără învîrtitura rotorului. În acest caz, se aplică succesiv tensiunea alternativă pe cîte două faze, reactanțele găsite calculîndu-se după formula :

$$X''_{AB} = \frac{U_{AB} \cdot \sin \varphi_{AB}}{2\ I_{AB}}\ . \tag{10}$$

Această metodă se bazează pe faptul că X'' variază în jurul valorii sale medii, după cosinusul unghiului dublu dintre axele cîmpului statoric și ale circuitului de excitație α, adică

$$X''_{AB} = X''_{med} - \Delta x''.\ \cos 2\alpha_{AB}\ ;$$

$$X''_{BC} = X''_{med} - \Delta x''\ \cdot \cos 2\left(\alpha_{AB} - \frac{2}{3}\right) \text{ și} \tag{11}$$

$$X''_{CA} = X''_{med} - \Delta x''\ \cdot \cos 2\left(\alpha_{AB} + \frac{2}{3}\right)$$

Rezolvînd ecuațiile de mai sus, în care necunoscute sînt X''_{med} și $\Delta x''$, se capătă :

$$X''_{med} = \frac{X''_{AB} + X''_{BC} + X''_{CA}}{3} \tag{12}$$

$$\Delta x'' = \frac{2}{3}\sqrt{\Sigma X''_{AB}(X''_{AB} - X''_{BC})}. \tag{13}$$

În acest caz, valoarea reactanței supratranzitorii longitudinale X''_d va fi :

$$X''_d = X''_{med} - \Delta x''\ ; \tag{14}$$

iar valoarea reactanței supratranzitorii transversale X''_q va fi dată de :

$$X''_q = X''_{med} + \Delta x''. \tag{15}$$

Reactanțele supratranzitorii astfel măsurate, fie în alternativa de învîrtire a rotorului, fie în cea cu rotorul nemișcat, sînt influențate de doi factori, și anume :

a) Saturația circuitului magnetic al mașinii sincrone, respectiv valoarea curentului care circulă prin stator și care influențează în sensul că cu cît curentul este mai aproape de curentul nominal, cu atît reactanțele vor avea o valoare mai mică.

Deoarece la mașinile cu poli înecați și cu bare de amortizare nu se poate merge cu valoarea curentului din stator peste 0,25 I_N, pentru a nu încălzi în mod excesiv barele de amortizare, datorită regimului nesimetric aplicat, înseamnă că reactanțele determinate se consideră ca valori nesaturate.

b) Frecvența tensiunii alternative de alimentare, care — de asemenea — influențează asupra valorii reactanței, conform relației :

$$X = \omega L = 2\pi f.L. \tag{16}$$

Se remarcă faptul că asupra rezultatelor obținute influențează — într-o oarecare măsură — și temperatura înfășurărilor, din care cauză este indicat ca încercarea sa se efectueze, pe cît posibil, imediat după oprirea mașinii.

Ca metodă de lucru propriu-zisă pentru efectuarea probelor, se indică următoarele :

A. Se stabilește impedanța de bază Z_b a statorului, care este dată de raportul :

$$Z_b = \frac{U_N}{\sqrt{3}\ I_N}, \tag{17}$$

în care : Z_b este impedanța de bază, exprimată în Ω, U_N — tensiunea nominală dintre faze a statorului, în V și I_N — curentul nominal al statorului, în A.

Valoarea Z_b este necesară pentru recalcularea în unități relative, comparabile între diferite tipuri de mașini, a tuturor reactanțelor măsurate în ohmi. Relația între unitatea relativă și ohm la reactanțele mașinii sincrone este :

$$X^* = \frac{X}{Z_b}, \qquad (18)$$

în care : X^* este reactanța în unități relative : X — reactanța exprimată în ohmi, Z_b — impedanța de bază, exprimată în ohmi.

B. Se calculează tensiunea necesară pentru a fi aplicată la două borne ale statorului, în așa fel încît în înfășurarea statorică să apară un curent maxim de circa 0,25 I_N, după formula aproximativă :

$$U = X''_d \cdot 2\ (0{,}25)\ I_N = 0{,}5 \cdot X''_d \cdot I_N \qquad (19)$$

în care U este tensiunea ce se aplică la bornele statorului, în V ; X''_d — reactanța supratranzitorie longitudinală a mașinii, în Ω care se aproximează la valoarea $X''_d = 0{,}1$; I_N — curentul nominal al statorului, în A.

C. Se determină puterea aparentă P_a, necesară sursei de alimentare. Dacă la îndemînă există o sursă de alimentare fără posibilitatea de a-i regla tensiunea, atunci cunoscînd tensiunea necesară a se aplica conform formulei (19), puterea aparentă va fi :

$$P_a = 0{,}25 \cdot I_N \cdot U. \qquad (20)$$

Dacă se dorește însă a se măsura reactanța (X''_q) la un curent cît mai aproape de 0,25 I_N și se dispune de o sursă de alimentare corespunzătoare și posibilități de reglare a tensiunii, atunci tensiunea necesară de a fi aplicată se determină cu formula :

$$U = 0{,}5\ I_N\ X''_q, \qquad (21)$$

unde X''_q variază între 0,2 și 0,3 în unități relative, iar puterea aparentă necesară va fi :

$$P_a = 0{,}25\ I_N \cdot U, \qquad (22)$$

unde U corespunde tensiunii determinate, conform formulei (21).

D. Se pregătesc tabelele de măsurători și calcule fixîndu-se capetele de tabelă în mod corespunzător (constante aparate, diviziuni citite, unități de măsură, fragmente din formule, sau formule întregi).

E. Generatorul fiind oprit, se scurtcircuitează la bornele secundare reductorii de intensitate ai protecției diferențiale, montați pe steaua generatorului, și se scoate din funcțiune protecția diferențială.

Se execută schema de legături indicată în fig. 1, cu observația că instrumentele de măsură vor fi de clasă de precizie 0,5 sau sub 0,5. Se atrage atenția, în special, asupra wattmetrului care trebuie să fie extrem de precis și în domeniul unor măsurători executate la un cos φ foarte mic. În ipoteza în care ne stă la dispoziție un wattmetru de precizie, el se va folosi, formulele indicate modificîndu-se în mod corespunzător.

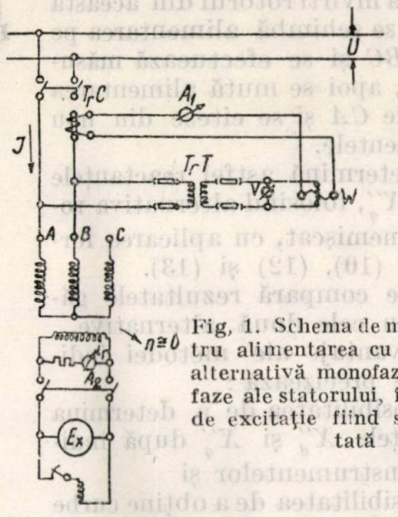


Fig. 1. Schema de montaj pentru alimentarea cu o tensiune alternativă monofazată a două faze ale statorului, înfășurarea de excitație fiind scurtcircuitată

Montajul instrumentelor se va executa cît mai aproape posibil de bornele generatorului. În circuitul de alimentare, se introduce și un întreruptor, care trebuie să fie la îndemîna celui ce execută citirile.

Pe statorul generatorului, se trasează un cerc, a cărui rază se măsoară și al cărui centru trebuie să coincidă cu axul rotorului și pe care se fixează în mod arbitrar punctul de 0° trasîndu-se apoi pe perimetrul cercului gradații din 45 în 45°. Pe rotorul generatorului, se fixează o limbă perpendiculară pe ax cu ajutorul a două semicercuri bulonate între ele și care, executînd o mișcare de rotație împreună cu rotorul, fixează în orice moment poziția rotorului în raport cu statorul.

În probe se pleacă cu rotorul din poziția de 0°.

F. Se pun sub tensiune bornele AB și se controlează indicațiile instrumentelor. Dacă ele corespund, se execută o învîrtire înceată a rotorului, urmărindu-se în permanență indicațiile instrumentelor. Această rotație preliminară se execută numai pentru a verifica justețea tensiunii alese și a raporturilor de transformare fixate pentru instrumentele de măsură.

Dacă totul este în ordine, se revine cu rotorul pe poziția de 0° și se încep măsurătorile din 45° în 45° și în pozițiile rotorului în care curenții din rotor și din stator sînt maximi, respectiv minimi, fixîndu-se aceste poziții și pe perimetrul cercului trasat pe stator.

Se determină astfel reactanțele X''_d și X''_q, cum și variația reactanței X'' în funcție de unghiul arbitrar ales între poziția rotorului și stator.

G. Se readuce rotorul exact pe poziția 0° și se recitesc instrumentele. În mod normal, citirile trebuie să coincidă cu primele măsurători efectuate la aceeași gradație.

Fără a învîrti rotorul din această poziție, se schimbă alimentarea pe fazele *BC* și se efectuează măsurătorile, apoi se mută alimentarea pe fazele *CA* și se citesc din nou instrumentele.

Se determină astfel reactanțele X''_d și X''_q, folosind alternativa rotorului nemișcat, cu aplicarea formulelor (10), (12) și (13).

H. Se compară rezultatele găsite prin cele două alternative.

Ca avantaje ale metodei indicate, se precizează :

a) posibilitatea de a determina reactanțele X''_d și X''_q după indicațiile instrumentelor și

b) posibilitatea de a obține curbe de tensiune și de curent puțin distorsionate, în funcție de surse de curent.

Ca dezavantaje, se enumeră :

a) necesitatea unei surse de alimentare corespunzătoare și a unor instrumente de măsură precise și

b) posibilitatea unei supraîncălziri inadmisibile a mașinii pe care se face încercarea.

În continuare, se dau trei exemple de măsurători efectuate pe trei generatoare. Întrucît s-a dispus de surse de tensiune alternative la 42 și la 50 per/s, măsurătorile s-au efectuat în toate trei cazurile la ambele frecvențe. De asemenea, deoarece sursa de alimentare a fost un transformator regulator care practic poate da tensiune începînd de la 0 V, s-au efectuat și măsurători la diverse valori ale curentului din stator.

2. Exemple de măsurători și calcule

Exemplul 1. Încercarea s-a efectuat la un generator Siemens Schuckert de 2 900 kW ; cos $\varphi = 0{,}69$; $U_N = 10{,}5$ kV ; $I_N = 253$ *A*, $Z_b = 24{,}0\,\Omega$ cu o pereche de poli înecați și cu bare de amortizare.

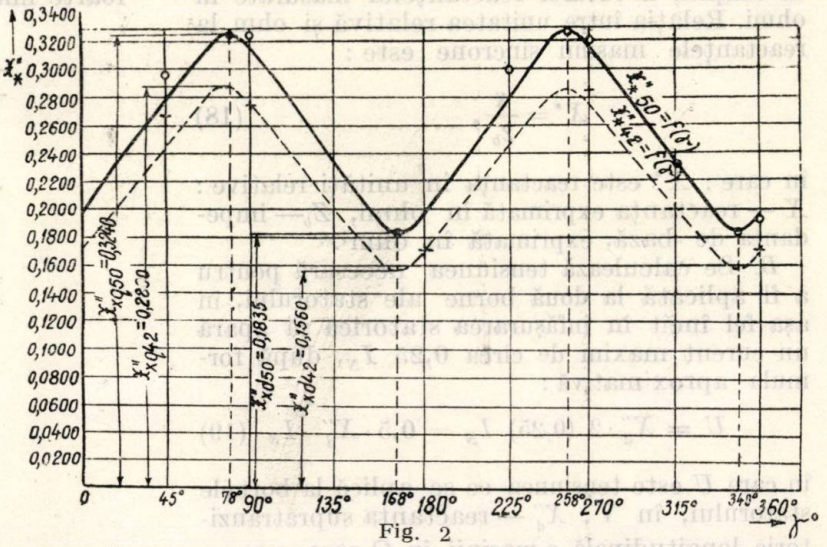


Fig. 2

Curbele $X''_* = f(\gamma)$ la generatorul de 2 900 kW, cos $\varphi = 0{,}69$; $U_N = 10{,}5$ kV; $I_N = 253$ A; Zb = 24 Ω; 50/42 per/s.
o— Curba la 50 per/s — — ÷ — — Curba la 42 per/s.

S-au folosit ambele alternative indicate.

Alternativa folosind învîrtirea lentă a rotorului a dat rezultatele indicate în tabela 1.

Rezultatele indicate în tabela 1 sînt redate și în diagrama din fig. 2.

Alternativa cu rotorul nemișcat a dus la rezultatele din tabela 2.

Efectuînd calculele conform formulelor (10), (12) și (13), se găsește ;

– pentru alimentare la 50 per/s: $X''_{med} = 6{,}18\ \Omega$, $\Delta x'' = 1{,}8\,\Omega$, $X''_d = 4{,}38\,\Omega$, $X''_{d*} = 0{,}1825$, $X''_q = 7{,}98\ \Omega$ și $X''_{q*} = 0{,}3320$;

– pentru alimentare la 42 per/s: $X''_{med} = 5{,}496\ \Omega$, $\Delta x'' = 1{,}89\,\Omega$, $X''_d = 3{,}606\,\Omega$, $X''_{d*} = 0{,}1500$, $X''_q = 7{,}386\,\Omega$ și $X''_{q*} = 0{,}3075$.

Tabela 1

Măsurători efectuate la generatorul de 2 900 kW cu învîrtirea rotorului

Grade	Alimentare cu 50 per/s						Alimentare cu 42 per/s					
	U	I	P	i_r	X''		U	I	P	i_r	X''	
	V	A	W	A	Ω	Unit. relativă	V	A	W	A	Ω	Unit. relativă
0°	432,0	44,40	5 200	9,57	4,66	0,1945	387,5	44,75	4 900	9,90	4,12	0,1715
45°	456,0	29,70	5 400	3,63	7,04	0,2930	409,0	29,75	4 840	3,87	6,33	0,2640
78°	462,5	27,00	5 260	0,30	7,78	0,3240	412,5	27,30	4 720	0,30	6,87	0,2860
90°	428,0	25,00	4 400	1,50	7,80	0,3240	410,5	27,60	4 700	1,65	6,60	0,2750
135°	425,0	35,60	4 900	6,30	5,65	0,2350	395,5	38,65	4 900	7,26	4,84	0,2020
168°	425,0	46,50	5 000	10,20	4,40	0,1835	377,5	48,55	4 800	11,10	3,75	0,1560
180°	429,5	44,00	5 100	9,39	4,68	0,1950	386,0	45,30	4 840	10,11	4,10	0,1710
225°	455,0	28,70	5 260	3,45	7,20	0,3000	409,0	29,95	4 800	3,90	6,28	0,2620
258°	459,0	26,70	5 100	0,90	7,84	0,3260	411,0	27,35	4 700	0,30	6,82	0,2840
270°	455,0	26,90	5 000	1,83	7,70	0,3210	412,5	27,75	4 600	1,68	6,80	0,2830
315°	439,5	37,20	5 200	6,63	5,60	0,2330	395,0	38,75	4 900	7,26	4,82	0,2010
348°	425,0	46,50	5 100	10,05	4,42	0,1840	382,5	48,10	4 800	11,10	3,82	0,1590

Tabela 2

Măsurători efectuate la generatorul de 2 900 kW cu rotorul nemişcat

Fazele	Alimentare la 50 pers/s					Alimentare la 42 per/s				
	U V	I A	P W	i_r A	X'' Ω	U V	I A	P W	i_r A	X'' Ω
AB	429	46,85	5 100	10,50	4,42	382,5	48,0	4 800	11,01	3,84
BC	431	28,90	4 780	3,72	6,88	406,0	31,5	4 840	4,20	6,00
CA	435	26,45	4 700	2,97	7,49	410,0	28,4	4 740	3,18	6,65

Concluziile şi rezultatele scoase din aceste măsurători sînt următoarele :

a) Valorile reactanţelor supratranzitorii longitudinale, găsite prin alternativa de învîrtire a rotorului la 50 şi la 42 per/s, sînt : $X''_{d*50} = 0{,}1\,835$ şi $X''_{d*42} = 0{,}1\,560$.

b) Raportul dintre cele două reactanţe indicate la punctul a) este 1,172, deci foarte aproape de diferenţa teoretică (1,19 reprezentînd raportul frecvenţelor).

c) Valorile reactanţelor supratranzitorii transversale, găsite prin alternativa de învîrtire a rotorului la 50 şi la 42 per/s sînt : $X''_{q*50} = 0{,}3240$ şi $X''_{q*42} = 0{,}2860$.

d) Raportul dintre cele două reactanţe indicate la punctul c) este 1,157, deci apropiat de raportul teoretic.

e) Valorile reactanţelor supratranzitorii longitudinale, găsite prin alternativa rotorului nemişcat la 50 şi la 42 per/s, sînt : $X''_{d*50} = 0{,}1825$ şi $X''_{d*42} = 0{,}1500$.

f) Raportul între cele două reactanţe indicate la punctul *e*) este 1,217, deci apropiat de raportul teoretic.

g) Valorile reactanţelor supratranzitorii transversale, găsite în alternativa rotorului nemişcat la 50 şi la 42 per/s, sînt : $X''_{q*50} = 0{,}3320$ şi $X''_{q*42} = 0{,}3075$.

h) Se constată că reactanţele X''_{d*}, măsurate prin alternativa de învîrtire a rotorului faţă de rotorul nemişcat la 50 per/s, stau în raportul 1,005, iar la 42 per/s în raportul 1,04.

i) Se constată că reactanţele X''_{q*}, măsurate prin alternativa de învîrtire a rotorului faţă de rotorul nemişcat, stau în raportul 0,98 în cazul reactanţelor la 50 per/s şi în raportul 0,93 în cazul reactanţelor 42 per/s.

k) Explicaţia diferenţelor indicate la punctele h) şi i) între cele două metode trebuie căutată, pe de o parte, în saturaţia

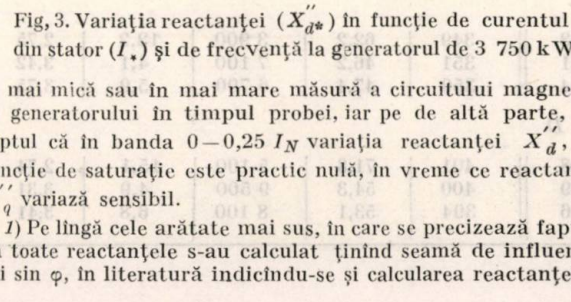


Fig. 3. Variaţia reactanţei (X''_{d*}) în funcţie de curentul din stator (I_*) şi de frecvenţă la generatorul de 3 750 kW

în mai mică sau în mai mare măsură a circuitului magnetic al generatorului în timpul probei, iar pe de altă parte, în faptul că în banda $0-0{,}25\ I_N$ variaţia reactanţei X''_d, în funcţie de saturaţie este practic nulă, în vreme ce reactanţa X''_q variază sensibil.

l) Pe lîngă cele arătate mai sus, în care se precizează faptul că toate reactanţele s-au calculat ţinînd seamă de influenţa lui sin φ, în literatură indicîndu-se şi calcularea reactanţelor fără a ţine cont de această influenţă (sin $\varphi = 1$), s-au calculat reactanţele şi în această ipoteză. Rezultatele găsite au dat abateri între 4 şi 13 % între cele două moduri de calcul.

Exemplul 2. Încercarea s-a efectuat la un generator Wickers de 3 750 kW, cos $\varphi = 0{,}75$,

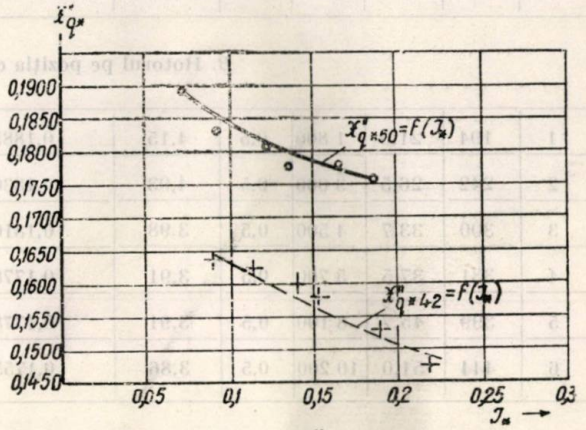


Fig. 4. Variaţia reactanţei (X''_q) în funcţie de curentul din stator (I_*) şi de frecvenţă la generatorul de 3750 kW

$U_N = 10{,}5$ kV, $I_N = 275$ A, $Z_b = 22\ \Omega$ cu o pereche de poli înecaţi şi cu bare de amortizare.

S-au executat măsurători folosind ambele alternative şi alimentînd statorul şi la două frecvenţe diferite (50 şi 42 per/s).

Spre deosebire însă de exemplul 1, cu această ocazie la alternativa cu învîrtirea rotorului nu s-au mai stabilit valorile reactanţelor din 45° în 45°, ci s-au măsurat numai în acele poziţii ale rotorului în care curenţii din stator şi din rotor au fost maxim, respectiv minim. În schimb, la aceste poziţii ale rotorului, prin variaţia tensiunii aplicate, respectiv — deci — şi prin variaţia curentului statoric, s-a încercat să se determine variaţia reactanţelor X''_d şi X''_q în funcţie de saturaţie.

În mod identic, la alternativa rotorului nemişcat s-au aplicat tensiuni progresive succesiv pe cîte două borne ale statorului, pentru a vedea — şi în acest caz — cum variază reactanţele în funcţie de saturaţie.

Alternativa cu învîrtire a rotorului a dus la rezultatele indicate în tabela 3.

Rezultatele indicate în tabela 3 sînt redate şi în diagramele din fig. 3 şi 4.

Tabela 3

Măsurători efectuate la generatorul de 3 750 kW, rotorul fiind pe poziţia curenţilor maximi, respectiv minimi, cu variaţia tensiunii aplicate

Nr. crt.	Alimentare la 50 per/s						Alimentare la 42 per/s					
	U	I	P	i_r	X''		U	I	P	i_r	X''	
	V	A	W	A	Ω	unit. relat.	V	A	W	A	Ω	unit. relat.
	A. Rotorul pe poziţia curenţi maximi (se determină, deci, X''_d)											
1	196	30,6	1 200	6,4	3,14	0,1426	212	38,4	1 500	8,1	2,74	0,1245
2	253	39,1	1 800	8,2	3,17	0,1440	258	46,3	2 100	9,9	2,74	0,1245
3	305	46,9	2 400	9,8	3 20	0,1450	308	55,0	3 000	11,8	2,74	0,1245
4	346	52,9	3 000	11,0	3,23	0,1468	349	62,2	3 900	12,2	2,75	0,1250
5	400	61,5	4 200	12,8	3,18	0,1446	401	71,8	5 100	15,1	2,74	0,1245
	B. Rotorul pe poziţia curenţi minimi (se determină deci X''_q)											
1	194	21,0	1 800	0,5	4,15	0,1885	202	24,5	2 400	1,0	3,60	0,1638
2	242	26,5	3 000	0,5	4,03	0,1830	256	31,3	3 900	1,5	3,58	0,1625
3	300	33,7	4 500	0,5	3.98	0,1810	309	38,5	5 700	2,0	3,52	0,1600
4	331	37,5	5 700	0,5	3,91	0,1778	346	44,2	6 900	2,1	3,84	0,1580
5	399	45,7	8 100	0,5	3,91	0,1778	395	52,1	9 300	2,5	3,37	0,1530
6	444	51,0	10 200	0,5	3,86	0,1755	439	60,0	12 000	2,8	3,25	0,1475

Tabela 4

Măsurători efectuate la generatorul de 3 750 kW cu rotorul nemişcat, cu variaţia tensiunii aplicate

Nr. crt.	Fazele	Alimentare la 50 per/s					Alimentare la 42 per/s				
		U V	I A	P W	i_r A	X'' Ω	U V	I A	P W	i_r A	X'' Ω
		Încercarea *A*									
1	AB	253	39,1	1 800	8,2	3,17	258	46,3	2 100	9,9	2,74
2	BC	216	29,8	3 300	2,8	3,96	258	32,7	3 700	3,0	3,55
3	CA	239	27,0	2 700	3,5	4,02	265	30,0	3 700	4,6	3,92
		Încercarea *B*									
1	AB	305	46,9	2 400	9,8	3,20	308	55,0	3 000	11,8	2,74
2	BC	304	35,1	4 500	3,3	3,92	308	39,6	5 300	3,5	3,50
3	CA	301	34,5	4 200	4,4	3,99	306	40,9	5 100	5,2	3,39
		Încercarea *C*									
1	AB	346	52,9	3 000	11,0	3,23	349	62,2	3 900	12,2	2,75
2	BC	348	40,7	5 700	3,7	3,91	351	46,2	7 100	4,1	3.42
3	CA	341	39,5	5 400	4,9	3,94	350	47,4	6 700	5,9	3,75
		Încercarea *D*									
1	AB	400	61,5	4 200	12,8	3,18	401	71,8	5 100	15,1	2,74
2	BC	397	46,9	7 500	4,2	3,89	400	54,3	9 500	4,9	3,31
3	CA	398	46,1	7 200	5,6	3,96	394	53,1	8 100	6,8	3,41

Alternativa cu rotorul nemişcat a dus la rezultatele din tabela 4.

Efectuînd calculele conform formulelor (10), (12) şi (13) se găsesc rezultatele centralizate în tabela 5.

rînd cu tensiuni alternative diferite din punct de vedere al frecvenţei (50 şi 42 per/s).

Spre deosebire însă de exemplul 1, cu această ocazie, la alternativa învîrtirii rotorului nu s-au mai stabilit valorile reactanţelor din 45°

Tabela 5

Reactanţele (X''_d) şi (X''_q) măsurate la generatorul de 3 750 kW cu rotorul nemişcat în funcţie de saturaţie

Încercarea	Alimentarea la 50 per/s				Alimentarea la 42 per/s			
	X''_d		X''_q		X''_d		X''_q	
	Ω	unit. relat.	Ω	unit. relat.	Ω	unit. relat.	Ω	unit. relat.
A	3,170	0,1440	4,370	0,1985	2,700	0,1227	4,100	0,1865
B	3,190	0,1450	4,210	0,1915	2,690	0,1222	3,730	0,1695
C	3,220	0,1464	4,160	0,1890	2,715	0,1233	3,580	0,1627
D	3,180	0,1445	4,150	0,1885	2,734	0,1241	3,566	0,1620

Concluziile şi rezultatele măsurătorilor efectuate la generatorul de 3 750 kW sînt următoarele :

a) Valorile reactanţelor supratranzitorii longitudinale găsite prin alternativa de învîrtire a rotorului la 50 şi 42 per/s sînt : $X''_{d*50} = 0{,}1446$ şi $X''_{d*42} = 0{,}1245$.

b) Raportul între cele două reactanţe indicate la punctul a) este 1,16.

c) Valorile reactanţelor supratranzitorii transversale găsite prin alternativa de învîrtire a rotorului cu alimentare la 50 şi 42 per/s sînt : $X''_{q*50} = 0{,}1755$ şi $X''_{q*42} = 0{,}1475$.

d) Raportul între cele două reactanţe indicate la punctul c) este de 1,19.

e) Valorile reactanţelor supratranzitorii longitudinale, găsite prin alternativa rotorului nemişcat cu alimentare la 50 şi 42 per/s, sînt : $X''_{d*50} = 0{,}1445$ şi $X''_{d*42} = 0{,}1241$.

f) Raportul între cele două reactanţe indicate la punctul e) este 1,162.

g) Valorile reactanţelor supratranzitorii transversale, găsite prin alternativa rotorului nemişcat la 50 şi 42 per/s, sînt : $X''_{q*50} = 0{,}1885$ şi $X''_{q*42} = 0{,}1620$.

h) Raportul între cele două reactanţe indicate la punctul g) este 1,164.

i) Rapoartele reactanţelor supratranzitorii longitudinale, măsurate prin alternativa învîrtirii rotorului faţă de alternativa rotorului nemişcat, sînt : 1,00 în cazul alimentării la 50 per/s şi 1,004 în cazul alimentării la 42 per/s.

k) Rapoartele reactanţelor supratranzitorii transversale, măsurate prin alternativa de învîrtire a rotorului faţă de alternativa rotorului nemişcat, sînt : 0,93 în cazul alimentării la 50 per/s şi 0,91 în cazul alimentării la 42 per/s.

l) Din tabela 5, se constată că, fie că alimentarea este la 50 per/s, fie că este la 42 per/s, reactanţa supratranzitorie longitudinală (X''_d) în funcţie de saturaţie practic nu variază, în timp ce reactanţa supratranzitorie transversală (X''_q) are o variaţie pronunţată în funcţie de saturaţie, în banda de la $0,-0{,}25\ I_N$.

Exemplul 3. Încercarea s-a efectuat la un generator Siemens Schuckert de 4 500 kW, $\cos\varphi = 0{,}7$, $U_N = 10{,}5$ kV, $I_N = 355$ A, $Z_b = 17{,}12$ Ω, cu o pereche de poli înecaţi şi cu bare de amortizare.

S-au executat măsurătorile folosind ambele alternative indicate şi alimentînd statorul pe

în 45°, ci s-a stabilit poziţia rotorului în care curenţii sînt minimi, notîndu-se poziţia în mod arbitrar cu 0° şi poziţia în care curenţii sînt maximi notîndu-se cu 90°. Între 0 şi 90°, s-au mai fixat pe statorul generatorului şi poziţiile de 30° şi de 60°. Aceasta s-a executat în scopul determinării modului de variaţie al reactanţei X'' în funcţie de saturaţia circuitului magnetic, pentru poziţia în care $X'' = X''_q$, deci — în cazul nostru — la 0°, pentru poziţiile intermediare la 30° şi la 60° şi pentru poziţia în care $X'' = X''_d$, deci în cazul nostru, la 90°

În ce priveşte alternativa cu rotorul nemişcat, ea s-a efectuat ca şi în exemplul 1.

Rezultatele măsurătorilor şi ale calculelor efectuate sînt puse sub formă de diagramă, în fig. 5.

Alternativa cu rotorul nemişcat a dat măsurătorile indicate în tabela 6.

Efectuînd calculele conform formulelor (10), (12) şi (13), se găseşte :

— pentru alimentare la 50 per/s: $X''_{med} = 3{,}425\ \Omega$ $\Delta x'' = 0{,}82\ \Omega$ $X''_d = 2{,}605\ \Omega$ $X''_{d*} = 0{,}1522$, $X''_q = 4{,}305\ \Omega$ şi $X''_{q*} = 0{,}252$;

— pentru alimentarea la 42 per/s : $X''_{med} = 3{,}04\ \Omega$ $\Delta x'' = 0{,}68\ \Omega$, $X''_d = 2{,}36\ \Omega$, $X''_{d*} = 0{,}138$, $X''_q = 3{,}72\ \Omega$ şi $X''_{q*} = 0{,}2175$.

Concluziile şi rezultatele scoase din măsurătorile efectuate la generatorul de 4 500 kW sînt următoarele :

a) Valorile reactanţelor supratranzitorii longitudinale, găsite prin alternativa de învîrtire a rotorului la 50 şi 42 per/s sînt : $X''_{d*50} = 0{,}1593$ şi $X''_{d*42} = 0{,}1376$.

b) Raportul dintre cele două reactanţe indicate la punctul a) este 1,16.

c) Valorile reactanţelor supratranzitorii transversale, găsite prin alternativa de învîrtire a rotorului şi alimentarea statorului cu 50 şi 42 per/s, sînt : $X''_{q*50} = 0{,}2275$ şi X'' $= 0.2035$.

Tabela 6

Măsurători efectuate la generatorul de 4 500 kW cu rotorul nemişcat

Fazele	Alimentare la 50 per/s					Alimentare la 42 per/s				
	U V	I A	P W	i_r A	X'' Ω	U V	I A	P W	i_r A	X'' Ω
AB	482	84,0	12 500	12,70	2,725	430	86,2	11 950	14,95	2,355
BC	520	60,6	14 400	4,56	3,810	460	62,0	16 650	5,72	3,435
CA	515	61,2	14 400	4,76	3,740	461	61,8	13 050	5,40	3,320

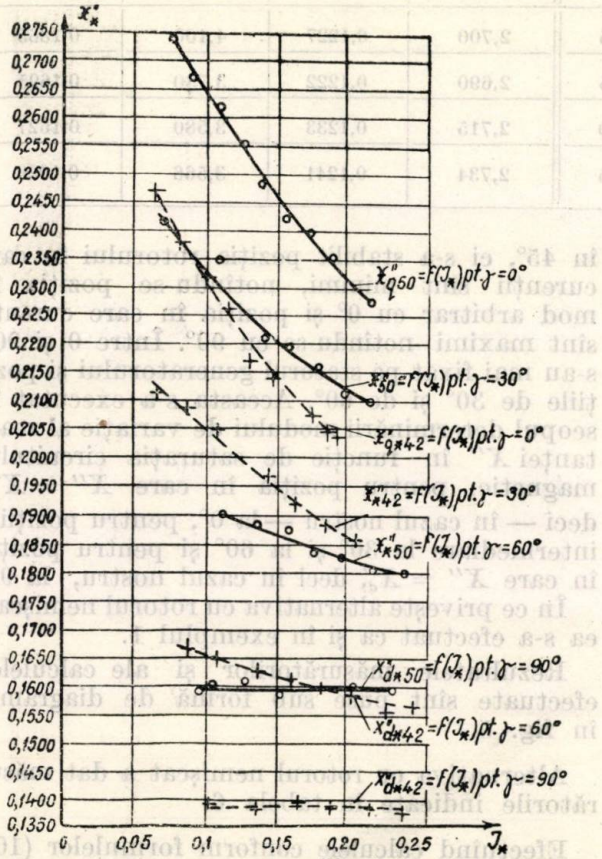


Fig. 5. Variaţia reactanţelor X''_{d*}, X''_{q*} şi X''_* în funcţie de curentul din stator (I_*) şi în funcţie de unghiul (γ) dntre stator şi rotor, la generatorul de 4 500 kW; $\cos\varphi=0{,}7$; $U_N=10{,}5$ kV; $I_N=355$ A; Zb=17,12 ohmi 50/42 per/s.

d) Raportul dintre cele două reactanţe indicate la punctul c) este de 1,12.

e) Valorile reactanţelor supratranzitorii longitudinale, găsite prin alternativa rotorului nemişcat cu alimentarea statorului la 50 şi 42 per/s, sînt: $X''_{d*50}=0{,}1522$ şi $X''_{d*42}=0{,}1380$.

f) Raportul între cele două reactanţe de la punctul e) este de 1,10.

g) Valorile reactanţelor supratranzitorii transversale, găsite prin alternativa rotorului nemişcat cu alimentarea statorului la 50 şi 42 per/s, sînt: $X''_{q*50}=0{,}252$ şi $X''_{q*42}=0{,}2175$.

h) Raportul între cele două reactanţe indicate la punctul g) este de 1,16.

i) Rapoartele reactanţelor X''_d, măsurate prin alternativa învîrtirii rotorului faţă de alternativa rotorului nemişcat, sînt: 1,045 în cazul alimentării cu 50 per/s şi 0,997 în cazul alimentării cu 42 per/s.

k) Rapoartele reactanţelor X''_q, măsurate prin alternativa învîrtirii rotorului faţă de alternativa rotorului nemişcat, sînt 0,863 în cazul alimentării cu 50 per/s şi 0,924 în cazul alimentării cu 42 per/s.

l) Cercetînd diagramele din fig. 5 se constată că în banda $0-0{,}25\ I_N$ variaţia reactanţei X''_d în funcţie de saturaţie este insensibilă, variaţia reactanţei $X''_{0°}$ este puţin pronunţată, variaţia reactanţei $X''_{30°}$ este mai accentuată, iar variaţia reactanţei X''_q este cea mai accentuată.

3. Valorile saturate ale reactanţelor supratranzitorii

Toate valorile de reactanţe indicate mai sus sînt valori nesaturate, întrucît — pentru generatoare cu poli înecaţi — metoda expusă nu permite să se dea în stator un curent peste $0{,}25\ I_N$.

În realitate însă, în cazul unui scurtcircuit brusc, fierul maşinii se saturează şi, din această cauză, valorile reactanţelor se micşorează, respectiv devin valori ale reactanţelor saturate.

Aşadar, saturaţia constituie un factor principal, care influenţează în mod serios parametrii de funcţionare în regim tranzitoriu.

Pentru reactanţa supratranzitorie longitudinală X''_d, atunci cînd se cunoaşte valoarea nesaturată a ei $X''_{d\,nes}$, valoarea saturată $X''_{d\,sat}$ poate fi determinată din rapoartele indicate în tabela 7.

Tabela 7

Valorile medii ale rapoartelor dintre valorile saturate şi nesaturate ale reactanţei (X''_d)

Raportul reactanţelor	Poli înecaţi		Poli aparenţi	
	$p=1$	$p=2$	cu înfăşurare de amortizare	fără înfăşurare de amortizare
$\frac{X''_{d\,sat}}{X''_{q\,nesat}}$	0,65	0,77	1,00	0,88

În fig. 6 sînt redate curbele de variaţie a raportului $\left(\frac{X''_{d\,nes}}{X''_{d\,sat}}\right)$ în funcţie de curent $\left(\frac{I}{I_N}\right)$ unde curba A se referă la un generator cu o pereche de poli înecaţi, curba B se referă la un generator cu două perechi de poli înecaţi, iar curba C se referă la un generator cu poli aparenţi şi fără înfăşurare de amortizare.

Din punctul de vedere al saturației, reactanța supratranzitorie transversală X''_q a fost mai puțin cercetată decît reactanța X''_d.

Totuși, M. P. Kostenko dă cîteva exemple de variație a reactanței supratranzitorii transversale X''_q în funcție de curentul statoric I, prezentate în fig. 7 și 8.

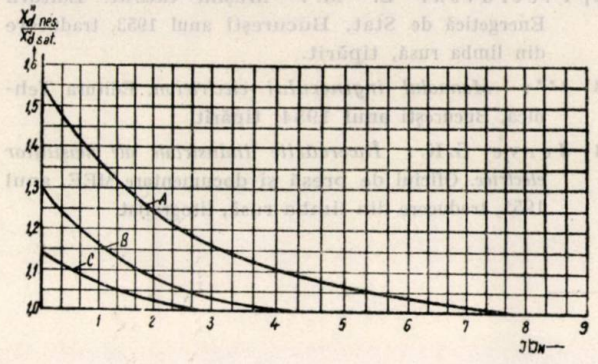


Fig. 6. Variația cu I/I_N a $\left(\frac{x''_d \text{ nes}}{x''_d \text{ sat}}\right)$

— Curba *A* — generator cu o pereche de poli înecați.
— Curba *B* — generator cu două perechi de poli înecați.
— Curba *C* — generator cu poli aparenți fără înfășurare de amortizare.

Din curba dată ca exemplu pentru un generator cu poli înecați (fig. 7), se poate deduce că

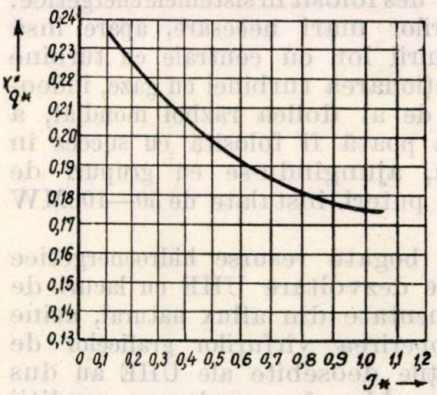


Fig. 7. Variația reactanței (x'_q) în funcție de curentul statoric (I) pentru un generator cu poli înecați.

raportul lui X''_q măsurat la I_N față de X măsurat la 0,25 I_N este de aproximativ 0,8.

Pe baza celor arătate mai sus, se pot stabili valorile saturate și nesaturate ale celor trei generatoare la care s-au efectuat măsurătorile, atît la 50 per/s, cît și la 42 per/s. Aceste valori sînt prezentate în tabela 8.

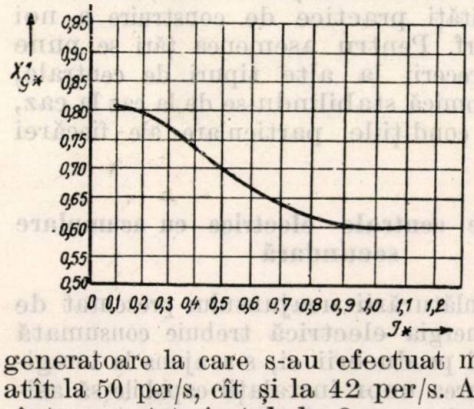


Fig. 8. Variația reactanței (x''_q) în funcție de curentul statoric (I) pentru un generator cu poli aparenți și cu înfășurare de amortizare.

Tabela 8

Valorile saturate și nesaturate (măsurate la 0,25 I_N) ale reactanțelor (X''_d) și (X''_q) în unități relative la cele trei generatoare

Parametrul	Unitatea de măsură	Frecvența	Generator *I*	Generator *II*	Generator *III*
Putere activă	kW		2 900	3 750	4 500
Curent	A		253	275	355
Tensiune	V		10 500	10 500	10 500
Cos φ			0,69	0,75	0,70
Fabricație			Siemens	Wikers	Siemens
$X''_{d\ nesaturat}$	unit. relat.	50	0,1835	0,1446	0,1593
		42	0,1560	0,1245	0,1376
$X''_{d\ saturat}$	,,	50	0,1193	0,0940	0,1035
		42	0,1014	0,0810	0,0894
$X''_{q\ nesaturat}$	,,	50	0,3240	0,1755	0,2275
		42	0,2860	0,1475	0,2035
$X''_{q\ saturat}$	,,	50	0,2592	0,1404	0,1820
		42	0,2288	0,1180	0,1628

4. Concluzii generale

Din măsurile efectuate pe cele trei generatoare se pot trage următoarele concluzii cu caracter general :

a) Metoda indicată se poate aplica oricărui generator sincron trifazat, singurele condiții fiind existența unei surse de alimentare și a unor aparate de măsură corespunzătoare, inclusiv o atenție deosebită ce trebuie acordată curentului, care — în cazul generatoarelor cu poli înecați — nu trebuie să depășească 0,25 I_N.

b) Diferențele între rezultatele obținute printr-o alternativă sau alta sînt minime atunci cînd este vorba de (X''_d). Pentru (X''_q) însă, este preferabilă folosirea alternativei cu învîrtirea lentă a rotorului, în care există posibilitatea de a ajunge cu valoarea curentului statoric în jurul lui 0,25 I_N.

Ambele metode, însă, permit în continuare calcularea reactanței inverse (X_2), care este determinată de formula :

$$X_2 = \frac{X''_d + X''_q}{2} \qquad (23)$$

pe baza căreia se pot obține valorile reactanței inverse pentru orice regim de funcționare.

c) Este preferabil ca, în calculele efectuate, să se țină seamă de influența lui sin φ, pentru a se evita erori de calcul, care pot fi destul de mari.

d) Rezultatele găsite practic demonstrează că rapoartele reactanțelor la diferite frecvențe sînt egale cu rapoartele frecvențelor.

e) În banda 0 — 0,25 I_N, reactanța supratranzitorie longitudinală (X''_d) nu variază practic de loc în funcție de curentul statoric (I) aplicat,

în timp ce reactanța supratranzitorie transversală (X''_q) variază sensibil, indiferent de alternativa folosită (rotor în mișcare sau rotor nemișcat).

f) Metoda prezintă dezavantajul că dă posibilitatea de determinare a reactanțelor supratranzitorii numai ca valori nesaturate pentru generatoarele cu poli înecați. De altfel, prin orice altă metodă folosită, determinarea reactanțelor pentru valori ale curenților corespunzînd regimurilor nominale de lucru nu se poate efectua decît cu riscul de a pune în pericol înfășurările generatorului.

Bibliografie

[1] Kostenko M. P.: *Mașini electrice — partea specială.* Editura Energetică de Stat, București anul 1955, traducere din limba rusă, litografiat.

[2] Pietrovski L. M.: *Mașini electrice.* Editura Energetică de Stat, București anul 1953, traducere din limba rusă, tipărit.

[3] ***: *Manualul inginerului electrician*, Editura Tehnică, București anul 1954, tipărit.

[4] Jerve G. K.: *Încercările industriale ale mașinilor electrice.* Oficiul de presă și documentare MEE, anul 1951, traducere din limba rusă, litografiat.

Uzine hidroelectrice cu acumulare prin pompare

Ing. *PAUL STEGĂROIU*

Neconcordanța în timp dintre variațiile producției și consumului de energie electrică, ca și imposibilitatea acumulării directe a energiei electrice au pus și pun inginerilor energeticieni problema găsirii unor soluții economice, capabile să asigure oricînd acoperirea necesarului de energie. Atîta vreme cît consumul, respectiv producția de energie electrică, nu atingea valori prea mari, soluționarea problemei nu prezenta dificultăți, instalațiile necesare preluării vîrfurilor fiind mici și destul de ușor de realizat. Odată cu creșterea consumului și crearea de mari sisteme energetice interconectate, a devenit tot mai dificilă problema găsirii unei soluții tehnice capabile să asigure sistemului energia de vîrf în condiții cît mai economice.

Problema deficitului de energie de vîrf este mult discutată și la noi în țară unde acoperirea vîrfurilor de sarcină prezintă o serie de dificultăți. Faptul că în ultimii ani producția de energie termoelectrică a variat între 92% și 94% din producția totală arată preponderența netă a centralelor termoelectrice în producția de energie.

Cum marile CTE și CET nou instalate sînt centrale de bază, ele nu au putut contribui la problema acoperirii deficitului de putere de vîrf, problema acoperirii vîrfului în condiții cît mai economice rămînînd încă nerezolvată.

În cele de față se prezintă unul dintre tipurile de centrale de vîrf care se bucură actualmente de multă atenție, anume uzinele hidroelectrice cu acumulare prin pompare, indicîndu-se și cîteva amplasamente posibile la noi în țară. Aceste uzine, alături de UHE clasice de mare vîrf, vor putea juca în viitor un rol important în sistemul nostru energetic.

1. Centrale de vîrf clasice

Centralele termoelectrice cu motoare Diesel au reprezentat și reprezintă încă un tip de centrală de vîrf des folosit în sistemele energetice. Datorită puterilor mari necesare, apare însă tendința înlocuirii lor cu centrale cu turbine cu gaze. Perfecționarea turbinei cu gaze, îndeosebi după cel de al doilea război mondial, a făcut ca ea să poată fi folosită cu succes în acest domeniu, ajungîndu-se cu grupuri de cîte 25 MW la puteri instalate de 50—100MW pe centrală.

În țările cu bogate resurse hidroenergetice au luat o mare dezvoltare UHE cu lacuri de acumulare alimentate din aflux natural, uzine folosite la acoperirea vîrfurilor graficelor de sarcină. Calitățile deosebite ale UHE au dus la folosirea lor chiar în cazul unor condiții naturale mai dificile.

În unele țări s-a ajuns la folosirea aproape în întregime a resurselor hidroenergetice economic amenajabile în condițiile actuale, neexistînd deci posibilități practice de construire a noi UHE de vîrf. Pentru asemenea țări se pune problema trecerii la alte tipuri de centrale, soluția economică stabilindu-se de la caz la caz, funcție de condițiile particulare ale fiecărei țări.

2. Tipuri de centrale electrice cu acumulare secundară

Pe linia înlăturării neajunsului prezentat de faptul că energia electrică trebuie consumată în momentul producerii ei, s-a ajuns la imaginarea și crearea unor instalații capabile să asigure o acumulare secundară.

În cazul centralelor termoelectrice cu abur, funcționînd izolat și avînd de acoperit un grafic de sarcină cu variații relativ mari dar de scurtă durată, se folosește în unele țări acumulatorul cu abur, printre care amintim pe cel de tip Ruts (s-a ajuns la puteri de 40 MW și capacități de 67 MWh) [8]. În fig. 1 se dă graficul variației sarcinii unei CTE cu acumulatori de abur, centrala livrînd energie în transporturi.

Se va aminti numai în treacăt de acumulatoarele electrochimice, ele fiind folosite numai în cazul puterilor mici, instalațiile fiind în general costisitoare.

Urmărindu-se găsirea unui nou sistem de acumulare a energiei electrice, un grup de specialiști iugoslavi au propus [6] un nou tip de centrală deosebit de interesant. Acumularea se realizează prin înmagazinarea în pînze acvifere subterane a aerului comprimat produs de compresoare, folosindu-se apoi energia aerului comprimat în turbine cu gaze în circuit deschis. Spre deosebire de centralele clasice cu gaze, folosirea noului sistem face să existe o decalare în timp la funcționarea turbinei cu gaze și a compresorului, fapt care permite ca la orele de vîrf turbina să poată asigura sistemului întreaga sa putere.

Prețul de cost al energiei de vîrf produsă în centralele cu acumulare de aer comprimat a rezultat ca fiind aproximativ egal cu cel al energiei produse în CTE moderne sau UHE pe firul apei.

Un sistem de acumulare folosit astăzi în marile sisteme energetice interconectate este

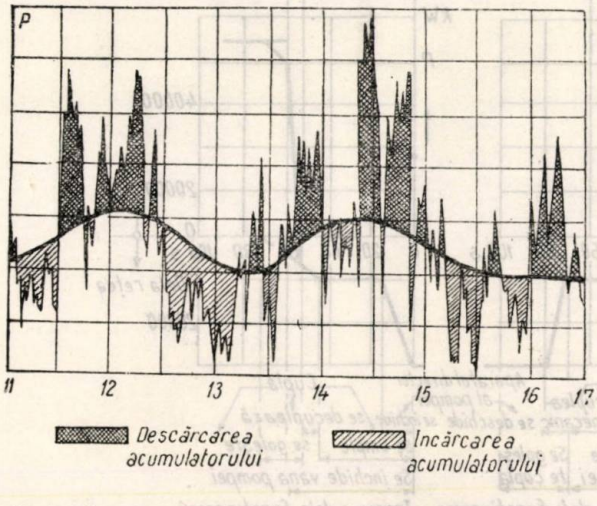


Fig. 1. Diagrama de sarcină a unei CTE cu acumulator de abur. Centrala furnizează energie în transporturi [8].

cel pe cale hidraulică în uzine hidroelectrice cu acumulare prin pompare (UHP). Ca schemă de principiu UHP se deosebește puțin de UHE clasice. Intervin în plus pompele (care servesc la acumularea apei în lacul superior) și lacul aval care reprezintă rezerva de apă necesară pompării. Pentru pomparea apei în lacul superior se folosește energia excedentară din timpul minimelor curbei de sarcină, energia fiind restituită la orele de vîrf, cu pierderi totale pentru sistem de 30—35 % (fig. 2).

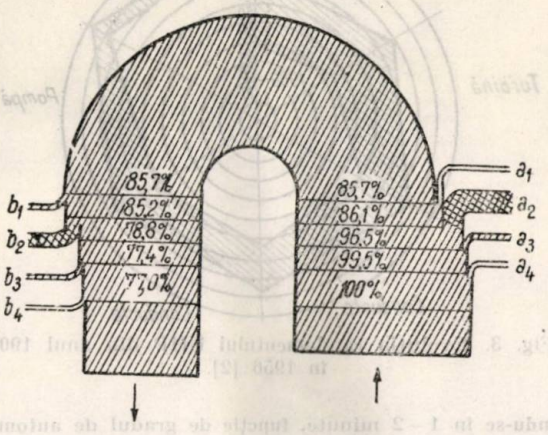


Fig. 2. Randamentul maxim total și parțial al UHP [2]:

I. Faza de acumulare
a_1 – pierderi hidraulice în aducțiune; a_2 – pierderi în pompă; a_3 – pierderi în motorul electric; a_4 – pierderi în transformator;
II. Faza producerii de energie
b_1 – pierderi hidraulice în aducțiune; b_2 – pierderi în turbină; b_3 – pierderi în generator; b_4 – pierderi în transformator.

3. Caracteristicile uzinelor hidroelectrice cu acumulare prin pompare

Uzinele hidroelectrice cu acumulare prin pompare sînt folosite de cîteva decenii, dar numai în ultimii ani ele au căpătat o mai mare dezvoltare, cercuri tot mai largi de ingineri energeticieni ajungînd la concluzia că ele sînt printre cele mai avantajoase centrale electrice de vîrf în exploatarea marilor sisteme energetice [9], [19].

Importanța UHP a crescut și mai mult odată cu apariția centralelor atomoelectrice, cele două tipuri de centrale putînd colabora în condiții economice avantajoase. Cooperarea între CAE și UHP va permite ca centralele nucleare să funcționeze la un factor de sarcină ridicat (80—90 %), deci în condiții economice. Pentru sistemele energetice în care puterea instalată în CAE depășește minimul de noapte, cooperarea cu UHP reprezintă, în momentul de față, una dintre cele mai economice soluții pentru asigurarea uniformității sarcinii reactorului atomic [18].

Dezvoltarea UHP se datorește și progresului tehnic realizat în construcția utilajului hidromecanic de mare putere și presiune, ajungîndu-se astăzi la randamente globale de 65—70 %, randamentul maxim atingînd valoarea de 77 % (fig. 3).

Printre principalele avantaje ale acestor amenajări se vor cita următoarele :

a) Sînt foarte elastice în exploatare, trecerea de la funcţionarea ca pompă la cea de funcţionare ca turbină sau invers,

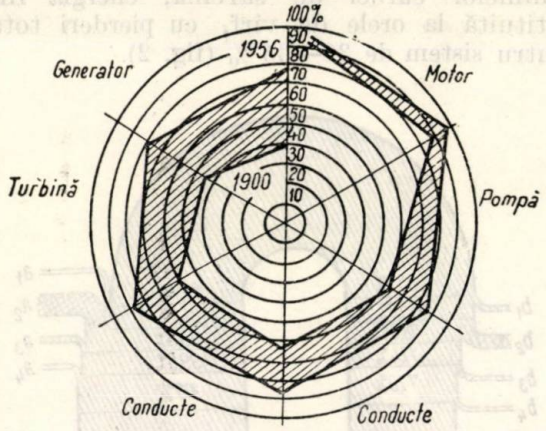


Fig. 3. Evoluţia randamentului UHP din anul 1900 în 1956 [2].

făcîndu-se în 1—2 minute, funcţie de gradul de automatizare al centralei (fig. 4).

b) Menţine CTE către baza graficului de sarcină şi prin aceasta măreşte durata de utilizare a CTE, micşorîndu-se consumul specific mediu de combustibil.

c) În condiţii naturale favorabile, amplasarea UHP în apropierea centralelor de consum duce la ieftinirea transportului energiei.

d) Se pretează foarte bine la un reglaj fin al frecvenţei şi de aceea sînt mult folosite la menţinerea frecvenţei în reţea (fig. 5).

4. Clasificarea uzinelor hidroelectrice cu acumulare prin pompare

O primă clasificare a UHP se poate face în funcţie de poziţia ocupată în sistemul energetic

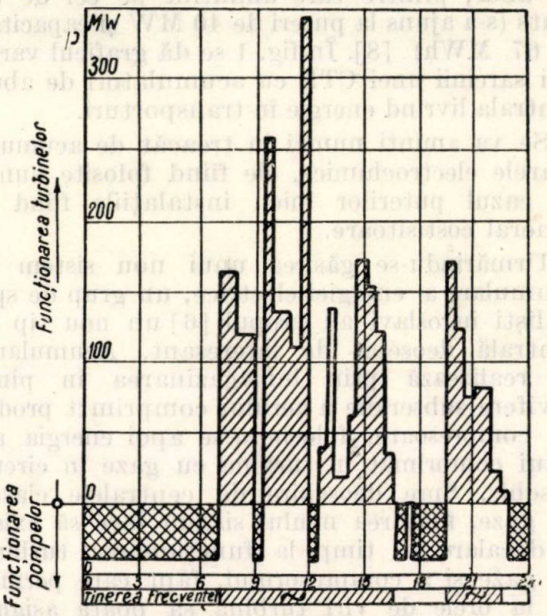


Fig. 5. Diagramă zilnică de exploatare a UHP Rodund [1].

şi după sursa de alimentare cu energie de pompare. Se disting patru categorii, în cadrul fiecăreia dintre ele putîndu-se naşte diferite variante în funcţie de particularităţile locale.

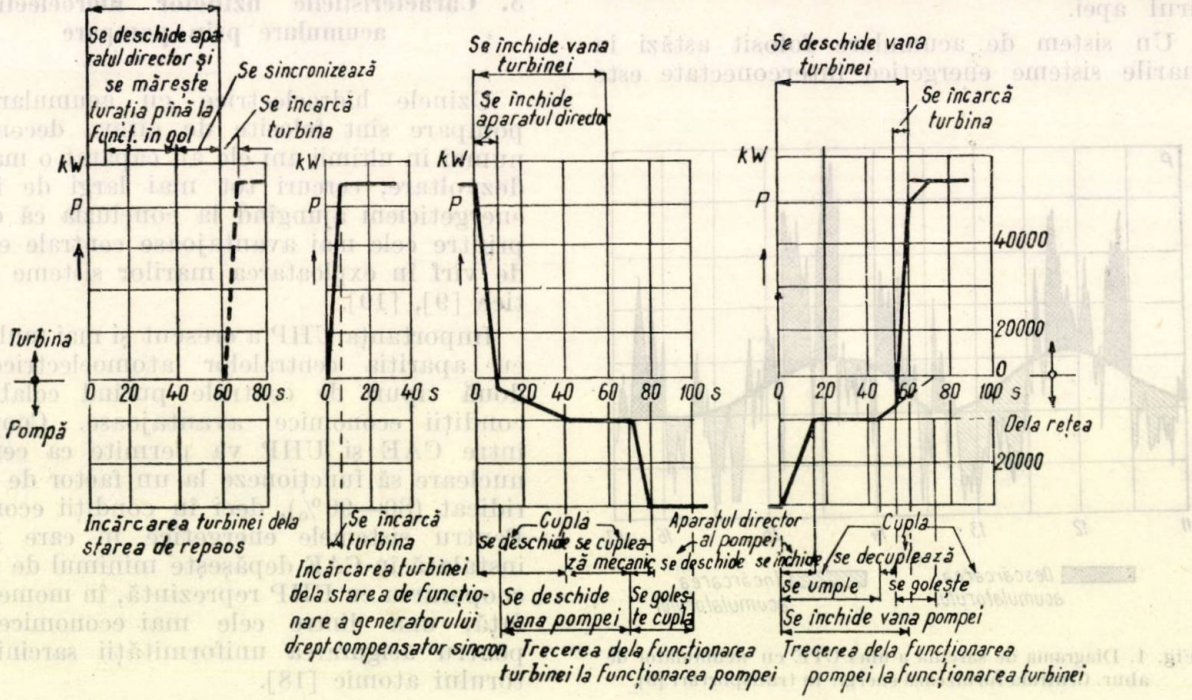


Fig. 4. Diagrama de exploatare a grupurilor în UHP [8].

e) Poate funcţiona drept compensator sincron pentru îmbunătăţirea factorului de putere.

f) Reprezintă o rezervă sigură şi rapidă pentru cazuri de avarie în sistem.

Pe baza criteriului amintit, UHP pot avea ca sursă de energie pentru acumulare :

A. *Un sistem energetic.*

B. *O uzină hidroelectrică pe firul apei.*

C. *O centrală termoelectrică sau atomoelectrică.*
D. *O cascadă hidroenergetică.*

A. Dintre aceste categorii, UHP folosind energia dintr-un sistem energetic (fig. 6) tind să capete o tot mai mare dezvoltare, fiind foarte

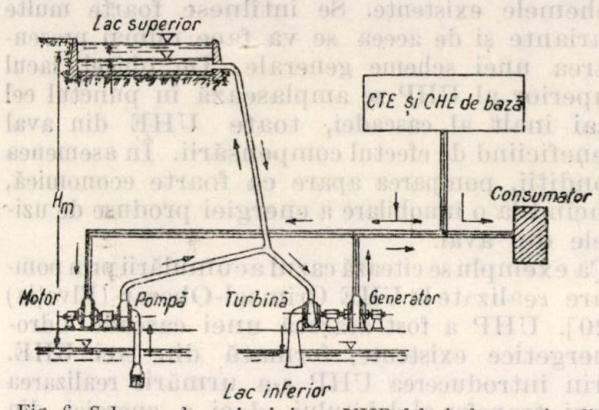
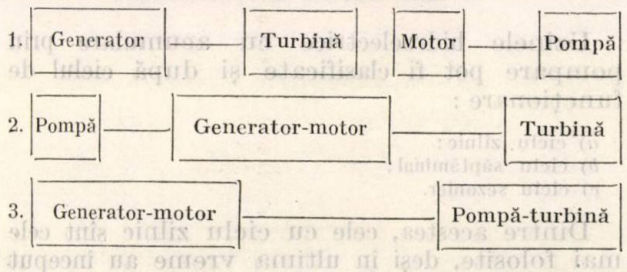


Fig. 6. Schema de principiu a UHP folosind energia din rețea [12].

utile în asigurarea elasticității în exploatarea marilor sisteme energetice.

Elementele distincte față de UHE clasice sînt pompele din sala mașinilor și lacul aval, servind ca rezervor de apă pentru pompare. Schemele utilizate pentru grupurile din sala mașinilor sînt următoarele :



În primul caz, grupul de pompare (motor și pompă) și cel de producerea energiei (turbină și generator) sînt complet separate. Această situație se întîlnește mai ales în uzinele vechi sau în anumite scheme, unde considerente cu totul speciale cer adoptarea unei asemenea soluții. Sistemul este simplu și sigur în exploatare, dar cere o suprafață mare pentru sala mașinilor și duce la un cost ridicat al echipamentului electromecanic.

Sistemul cel mai mult folosit este cel cu trei mașini (turbină + generator-motor + pompă). Turbina și generatorul-motor sînt cuplate rigid, pompa cuplîndu-se printr-o cuplă, de obicei hidraulică. Trecerea de la o fază de funcționare la alta este rapidă. Schema realizează o economie în echipamentul electromecanic și în sala mașinilor.

Cel de al treilea caz pare a fi cel mai simplu, întreaga instalație reducîndu-se la două mașini. Ideea a pornit de la studierea fenomenului de reversibilitate a turbinelor Francis și Kaplan. Recentele construcții de pompe-turbine cu pas variabil [5] și experimentările efectuate pe pompe cu 3 și 4 etaje funcționînd ca turbină [10], deschid noi perspective în folosirea pompelor-turbină pentru întreaga gamă de căderi uzuale pentru UHP. Deși randamentul global în acest caz este mai scăzut, soluția este de multe ori justificată dat fiind faptul că reduce simțitor investiția specifică și simplifică exploatarea, întregul grup reducîndu-se la două mașini.

Lacul aval poate fi un lac natural sau un lac artificial format din bararea albiei unui rîu. Capacitatea sa trebuie să permită acumularea apei necesare umplerii lacului superior.

Dintre numeroasele realizări și proiecte de UHP folosind la pompare energie din sistem se va cita proiectul uzinei Vianden de pe valea rîului Our din Luxemburg (fig. 7). Această UHP este situată în centrul regiunii industriale din nord-vestul Europei, fiind și aproape de sursele de energie de pompare : UHE pe firul apei de pe Rin și CTE din regiunea Ruhr.

Construirea uzinei Vianden este prevăzută în două etape, cea de a doua etapă dublînd puterea instalată din prima etapă. Iată cîteva dintre caracteristicile prevăzute pentru prima etapă :

1 — puterea instalată în turbină 320 000 kW ;
2 — puterea instalată în pompe 215 000 kW ;
3 — ore de utilizare ca pompă 3 060 h/an ;
4 — ore de utilizare ca turbină 1 360 h/an ;
5 — producție de energie 435 000 000 kWh/an ;

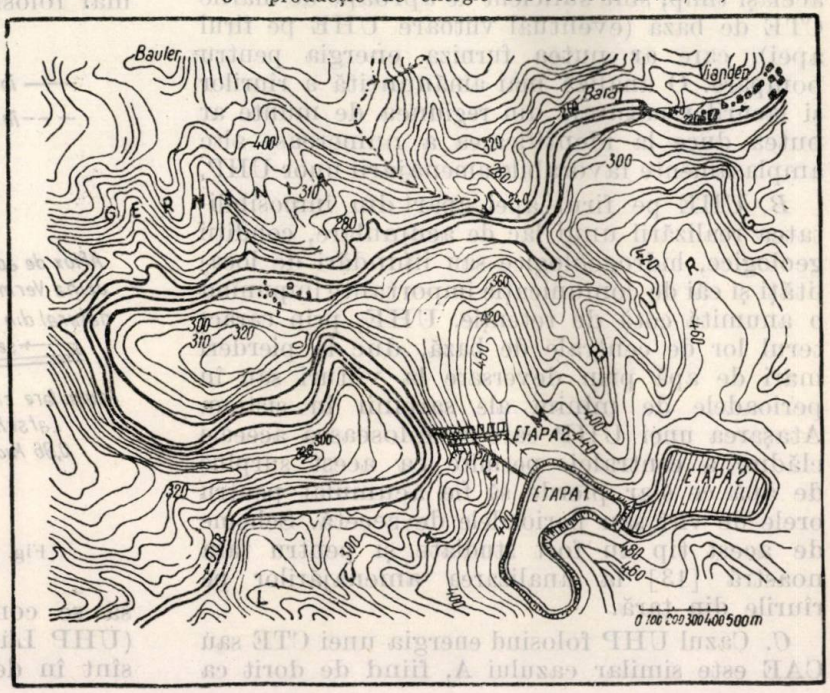


Fig. 7. Dispoziția generală a UHP de → pe valea rîului Our [4].

6 — consum de energie pentru pompare 660 000 000 kWh/an;

7 — randament mediu 66%.

Clădirea subterană a centralei va adăposti patru grupuri cu schema : turbină plus motor-generator plus pompă.

O altă UHP de mare putere este în construcție în Anglia [3]. Această uzină va coopera cu noile CAE din sistemul energetic britanic, puterea sa instalată fiind de 300 MW. Pentru puterea instalată în turbine și în pompe s-a ales pentru uzina Ffestiniog o aceeași valoare, mărimea unui grup fiind de 75 MW.

În condițiile țării noastre, alături de viitoarele UHE clasice de vîrf, se vor putea construi numeroase UHP cu puteri mijlocii și mari putînd depăși 100 000 kW.Printre amplasamentele favorabile propuse citäm [15] cazul amenajării lacului Sfînta Ana, unde s-ar putea amenaja o uzină de 100 000 kW.

Pe lîngă propunerile existente, considerăm ca interesant un studiu amănunțit al altor scheme printre care utilizarea lacului Capra (2 241 m.d.M.) din Munții Făgăraș, amenajarea UHP Capra ducînd la avantaje energetice și în exploatarea viitoarelor UHE din aval. O altă schemă interesantă ar fi UHP Bucura, realizată prin supraînălțarea nivelului lacului Bucura (2 040 m.d.M.) din Masivul Retezat. Și această amenajare ar avantaja viitoarele UHE din aval. De asemenea, în schema de amenajare a rîului Lotru ar putea fi economică realizarea unor UHP, care să ducă la mărirea producției de energie de vîrf pentru întregul rîu amenajat. Amplasamentele amintite se găsesc în apropiere de centrele industriale ale țării, unde cerințele de energie de vîrf sînt deosebit de mari ; în același timp, sînt suficient de aproape de marile CTE de bază (eventual viitoare UHE pe firul apei), care ar putea furniza energia pentru pompare. O analiză mai amănunțită a rîurilor și lacurilor naturale din regiunea de munte ar putea duce la identificarea a numeroase alte amplasamente favorabile amenajării unor UHP.

B. UHE pe firul apei apar din imposibilitatea realizării unui lac de acumulare, condiții geologice, hidrogeologice sau inundări de localități și căi de comunicație importante impunînd o anumită cotă de retenție. UHE, prin caracterul lor de centrale de bază, duc la pierderi mari de apă prin deversare la viituri sau în perioadele de minim ale sarcinii în sistem. Atașarea unei UHP care să folosească aceeași clădire a centralei permite ca acest surplus de apă ce s-ar pierde să fie acumulat pentru orele de vîrf sau perioadele de secetă. Scheme de acest tip au fost studiate și pentru țara noastră [13] la analizarea amenajărilor pe rîurile din țară.

C. Cazul UHP folosind energia unei CTE sau CAE este similar cazului A, fiind de dorit ca UHP să fie amenajată cît mai aproape de CTE respectiv CAE.

D. Uzina hidroelectrică cu acumulare prin pompare atașată unei cascade hidroenergetice amenajate reprezintă un caz des întîlnit în schemele existente. Se întîlnesc foarte multe variante și de aceea se va face numai prezentarea unei scheme generale. De obicei, lacul superior al UHP se amplasează în punctul cel mai înalt al cascadei, toate UHE din aval beneficiind de efectul compensării. În asemenea condiții, pomparea apare ca foarte economică, ducînd la o înnobilare a energiei produse de uzinele din aval.

Ca exemplu se citează cazul acumulării prin pompare realizate la UHE Grimsel-Oberar (Elveția) [20]. UHP a fost atașată unei cascade hidroenergetice existente, formată din trei UHE. Prin introducerea UHP s-a urmărit realizarea unui transfer al debitului, deci a energiei, din perioada de vară către perioada de iarnă. Astfel, înainte de instalarea UHP, 57% din energie era produsă vara și 43% iarna, iar după instalare 37% din energie era produsă vara și 63% iarna. Apa pompată vara la o înălțime de 400—450 m este folosită în timpul iernii pe întreaga cascadă reprezentînd 1 680 m.

5. Alte criterii de clasificare

Uzinele hidroelectrice cu acumulare prin pompare pot fi clasificate și după ciclul de funcționare :

a) ciclu zilnic ;
b) ciclu săptămînal ;
c) ciclu sezonier.

Dintre acestea, cele cu ciclu zilnic sînt cele mai folosite, deși în ultima vreme au început

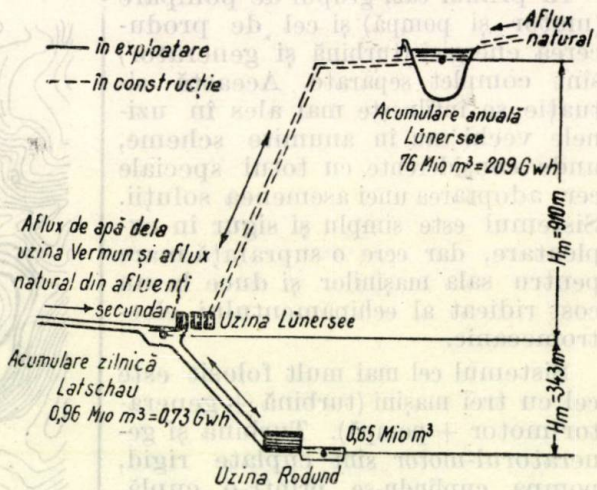


Fig. 8. Schema UHP Rodund și Lünersee [1].

să se construiască și UHP cu ciclu sezonier (UHP Lünersee, fig. 8), mai ales în țările care sînt în deficit de energie de iarnă.

Luînd drept criteriu de clasificare circuitul apei în UHP, se disting centrale cu :

a) circuit închis ;
b) circuit deschis.

UHP în circuit închis corespund schemelor citate anterior, apa trecută prin turbine putînd fi refolosită la pompare. În acest caz, înălțimea de pompare și căderea la turbine este aceeași.

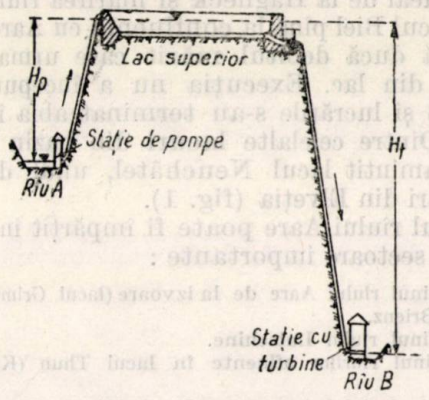


Fig. 9. Schema UHP în circuit deschis.

În cazul *b* apar două clădiri ale centralei, una utilată cu pompe și alta utilată cu turbine (fig. 9). Apele evacuate din turbină nu mai pot fi refolosite la pompare, circuitul de funcționare fiind deschis. Pentru această schemă este interesant cazul cînd înălțimea de pompare $H_p \leqslant (0{,}6 - 0{,}7)\ H_t$ (căderea de funcționare a turbinei) deoarece se poate produce mai multă energie decît s-a consumat pentru pompare. Asemenea cazuri se pot întîlni la amenajarea unei UHP cu circuit deschis pe valea a două rîuri învecinate și cu denivelări mari.

Dintre toate criteriile de clasificare folosite, cel mai cuprinzător este cel care separă UHP după sursa de alimentare cu energie și poziția ocupată în sistemul energetic. Celelalte criterii folosite sînt mai puțin importante.

Bibliografie

[1] Ammann A.: *Zur Pumpspeicherung in grossen Verbundnetzen*; *Beispiel der Vorarlberger Illwerke*. C.M.E., 115 H/23, Viena 1956.

[2] Böhler K.: *Die Entwicklung der Pumpspeicherung im westdeutschen Verbundnetz*. Elektrizitätswirtschaft, 56 (1957) nr. 10, p. 341–346, nr. 11, p. 385–389.

[3] Booth E., Kennegy G.: *Economicitatea și descrierea schemei uzinei de acumulare prin pompare*. Blaenau Efestiniog, C.M.E., Sesiunea parțială, 68 A_2/4, Montreal 1958.

[4] Bodson V.: *L'aménagement hidro-électrique de la vallée de l'OUR* C.M.E., 44 H/8, Viena 1956.

[5] Deriaz P., Warnock J.: *Avantajele economice ale turbinei cu pas variabil pentru pompe-turbine*. Sesiunea Parțială V.M.E., 130 A_2/5, Montreal 1958.

[6] Dordevic B.: *Un nouveau mode d'accumulation d'énergie pour les réseaux électriques interconnectés*. Sesiunea Parțială C.M.E. B_1/36, Belgrad 1957.

[7] Fulton A. A., Haldane T. G. Mountain R. W.: *The Practical Application and Economics of Pumped Storage in Great Britain*. C.M.E. 227 H/38, Viena 1956.

[8] Goldenberg G. M.: *Ghidroacumulirujușcie electriceskie stanții*. G.E.I., Moscova, 1953.

[9] Jaeger Gh.: *The Economics of Pumped Storage*. Water Power 9 (1957), no. 2 (februarie).

[10] Lavanchy J.: *Simplificarea instalațiilor de acumulare hidraulică la mare presiune prin folosirea mașinilor reversibile*. Sesiunea Parțială C.M.E., 23 A_2/7, Montreal, 1958.

[11] Morozov A. A.: *Ispolzovanie vodnoi energii*. G.E.I., Moscova, 1949.

[12] Mosoniy E.: *Water Power Development*, vol. I, Ed. Academici, R.P.U., Budapesta 1957.

[13] Pavel D.: *Mașini hidraulice*. vol. II, E.E.S., București 1955.

[14] Pavel D.: *Uzina cu transformatoare energetice*. Energetica II (1954) nr. 1 (ianuarie), p. 10–17.

[15] Pavel D.: *Unități de mare putere în transformatoarele hidroenergetice*. Energetica IV (1956), nr. 5 (mai), p. 233–237.

[16] Pavel D.: *Hidroenergetica generală*. E.T. București, 1951.

[17] Sivorov E. R.: *Nasosno-accumuliruiușcie ghidroelectrostanții*. G.E.I., Moscova, 1952.

[18] Szwander W.: *Economics of combined nuclear and pumped storage schemas for the power supply industry*. A doua Conferință Internațională pentru folosirea energiei atomice în scopuri pașnice. A/Conf. 15/P/1445, Geneva 1958.

[19] Towers K. M.: *Energy Storage. Possible Methode and their Relative Economics*. Nuclear Engineering vol. 3 (1958), nr. 23 (februarie) p. 47–51.

[20] Thoman R.: *Le developpement des pompes d'accumulation dans la maison Sulzer Freres*. Revue technique Sulzer) 1955 Nr. 1.

Amenajarea integrală a rîului Aare în Elveția

627.8.

Rîul Aare este cel mai important rîu al Elveției, bazinul său de recepție cuprinzînd o suprafață de 17 625 km² față de suprafața totală a țării de 41 288 km² (42,7%). Din debitul total al Rinului în aval de confluența cu Aare, aportul acestuia din urmă reprezintă 56%, Rinul din amonte de confluență aducînd abia 44% din debitul total. Dacă se ia în considerare faptul că, conform datelor ONU [8], energia anuală produsă în 1955 în Elveția a fost de 15 384 GWh, ceea ce la o populație de 5 milioane locuitori reprezintă 3 090 kWh/locuitor, că cea mai mare parte a regiunii industriale a Elveției este situată în bazinul rîului Aare și că marea majoritate a energiei electrice produse este de origine hidraulică, se înțelege lesne importanța pe care rîul Aare o prezintă pentru economia hidroenergetică elvețiană. Acest fapt este dovedit de apariția unor amenajări hidroenergetice în bazin încă în ultimele două decenii ale veacului trecut.

Bazinul rîului Aare poate fi împărțit în trei părți distincte și anume : bazinul rîului Limmat (care traversează lacul Zürich), bazinul rîului Reuss (care traversează lacul celor patru Cantoane și orașul Lucerna) și, în sfîrșit, bazinul rîului Aare propriu-zis. Această împărțire poate fi făcută deoarece rîurile Reuss și Limmat se varsă în Aare în apropiere de Brugg, cu puțin în amonte de confluența cu Rinul și în consecință nu influențează amenajarea rîului Aare decît în ultima treaptă de pe cursul inferior. Din punct de vedere hidrologic, aportul rîurilor Aare, Reuss și Limmat reprezintă respectiv 56%, 25% și 19% din debitul total în aval de confluență.

În cele de mai jos ne vom ocupa numai de planul general de amenajare a rîului Aare.

*

Rîul Aare izvorăște din lacul Grismel așezat lîngă trecătoarea cu același nume. Munții care alcătuiesc bazinul superior al rîului sînt înalți avînd altitudini peste 3 500 m, iar unii chiar peste 4 000 m (Finsteraarhorn 4 275 m, Jungfrau 4 166 m etc).

Precipitația medie pe cursul superior al rîului este 1 841 mm, iar pe întreg bazinul 1 405 mm. Debitul rîului este de 111 m³/s la Thun (la ieșirea din lac), 246 m³/s la Brugg (la ieșirea din lacul Biel) și 311 m³/s la Brugg (în amonte de confluența cu rîul Reuss). Debitul mediu al rîului la confluența cu Rinul este 558 m³/s.

Lungimea totală a rîului este 260 km. În cursul său rîul Aare străbate o serie de lacuri naturale dintre care cele mai însemnate sînt lacurile Brienz, Thun și Biel. În ceea ce privește pe acesta din urmă, trebuie menționat că traseul natural al rîului ocolea lacul, curgînd de la Aarberg la Büren. În anul 1841 s-a propus derivarea rîului în lacul Biel prin tăierea botului de deal de la Hagneck și mărirea rîului Zihl de la lacul Biel pînă la confluența cu Aare astfel încît să ducă debitul mărit care urma să se scurgă din lac. Execuția nu a început decît în 1868 și lucrările s-au terminat abia în anul 1878. Dintre celelalte lacuri din bazin merită să fie amintit lacul Neuchâtel, unul din cele mai mari din Elveția (fig. 1).

Cursul rîului Aare poate fi împărțit în următoarele sectoare importante :

A. Bazinul rîului Aare de la izvoare (lacul Grimsel) pînă la lacul Brienz.
B. Bazinul rîului Lutschine.
C. Bazinul rîurilor afluente în lacul Thun (Kander și Simme).
D. Bazinul rîului Aare între lacul Brienz și lacul Thun.
E. Bazinul rîului Aare între lacul Thun și lacul Biel.
F. Bazinul rîului Sarine.
G. Bazinul rîurilor din Munții Jura, afluente în lacul Biel.
H. Bazinul rîului Aare de la lacul Biel la confluența cu Rinul.

Vom examina în cele ce urmează principalele amenajări cu caracter hidroenergetic din diferitele sectoare amintite (fig. 2).

A. Cursul superior al rîului Aare între izvoare și lacul Brienz prezintă amplasamente foarte favorabile creării unor lacuri de acumulare, avînd bune condiții topografice, roci impermeabile, bazine de recepție bogat alimentate de ghețari și căderi concentrate. Din acest motiv pe cursul superior al rîului Aare a început construcția de centrale hidroelectrice încă de la sfîrșitul secolului trecut. Dintre centralele cele mai importante din acest sector merită să fie amintită uzina Innertkirchen, pusă în funcție în anul 1942. Centrala are o putere instalată de 210 MW împărțită în cinci grupuri turbogeneratoare și prelucrează un debit total de 40 m³/s sub o cădere de 672,3 m. Volumul total al acumulărilor din acest sector al rîului Aare este de 203,5 milioane m³. Deoarece debitul natural al rîului nu este suficient pentru umplerea lacului Oberaar (cel mai din amonte) s-a instalat în centrala Grimsel o unitate de pompaj (29 000 CP ; 4 m³/s), care ridică în timpul verii circa 20 milioane m³ din lacul Grimsel în lacul Oberaar.

B. Valea rîului Lütschine este mai puțin favorabilă pentru instalații hidroenergetice decît valea rîului Aare. Din acest motiv numărul centralelor din bazin este mult mai redus, iar puterea unitară instalată mult mai mică (sub 6 MW). Centralele existente pe valea rîului Lütschine sînt centrale vechi, planul general de amenajare a bazinului Aare neprevăzînd noi amenajări în sector.

C. Valea rîurilor Kander și Simme a fost utilizată între 1890 și 1914 pentru construcția cîtorva centrale de putere mijlocie (pînă la 21 MW). Mult timp neglijată după aceea ea a fost din nou luată în studiu după cel de-al doilea război mondial. În momentul de față se construiește pe rîul Simme centrala Erlenbach de 15,4 MW prelucrînd 5,5 m³/s sub o cădere brută de 313,5 m. În plus se execută o serie de studii geologice pe văile Gaster, Kien și altele.

Tabela 1

Uzine hidroelectrice construite în bazinul rîului Aare

Nr. crt.	Uzina	Rîul	Anul construcției	Q m³/s	H_b m	P MW	E mil kWh/an
1	Oberaar-Grimsel	Aare	1953	7,5	532	30,0	69,0
2	Handeck I	Aare	1929	20,3	547	88,0	226,0
3	Handeck II	Aare	1950	15,4	462	60,0	170,0
4	Gentalfuhren	Gentalwasser	C	3,0	398	9,5	84,0
5	Innertkirschen	Aare	1942	40,0	672	210,0	760,0
6	Reichenbach	—	—	—	—	—	—
a	Schattenhalb I	Reichenbach	1909	2,1	223	3,3	25,0
b	Schattenhalb II	Reichenbach	1927	1,0	184	1,3	
7	Meiringen I	Alpbach ș.a.	1889	0,6	208	0,8	2,8
8	Meiringen II	Alpbach ș.a.	1950	0,4	579	1,5	9,4
9	Burglauenen	Schwarze Lütschine	1908	4,5	161	5,4	26,8
10	Stechelberg	Serfinen Lütschine	1906	0,8	256	1,4	9,4
11	Lauterbrunnen-Lochbrücke	Weisse-Lütschine	1898	6,2	43	1,6	6,5
12	Kandergrund	Kander	1911	5,5	311	15,0	63,4
13	Erlenbach	Kirel; Filderich	1958	5,5	313	15,4	63,1
14	Spiez	Kander; Simme	1899	19,5	69	21,0	61,7
15	Thun	Aare	1896	45,0	7	2,0	14,6
16	Felsenau	Aare	1909	80,0	14	8,2	59,1
17	Mühlerberg	Aare	1920	240,0	18	31,5	134,4
18	Montbovon	Sarine	1901	13,5	70	6,4	33,6
19	Charmey	La Jogne	1893	4,5	52	3,8	21,7
20	Broc-Nestlé	La Jogne	1899	4,5	43	1,3	0,3
21	Broc-EEF	La Jogne	1921	20,7	122	19,8	54,8
22	Hauterive	Sarine	1902	75,0	110	57,5	203,7
23	Oberg	Sarine	1910	66,0	21	10,3	45,8
24	Kallnach	Aare	1913	71,5	23	10,0	76,6
25	Hagnech	Aare	1900	135,0	9	9,2	64,7
26	Le Dernier	Orbe	1904	11,7	250	24,0	30,0
27	La Jougnenaz	La Jougnenaz	1956	5,0	39	1,5	2,6
28	Les Clées II	Orbe	1955	16,8	170	24,0	89,0
29	Montcherand	Orbe	1908	15,0	104	12,0	47,0
30	Le Chalet	Orbe	1894	15,5	15	1,6	7,0
31	Plan de l'Eau	Areuse	1896	4,8	31	1,0	7,3
32	Les Moyats	Areuse	1888	4,2	55	1,6	7,6
33	Combe Garot	Areuse	1897	5,5	98	3,3	24,6
34	Les Prés du Chanet	Areuse	1914	6,0	73	3,3	22,7
35	Bözingen	Schöss	1876	4,5	54	1,9	10,0
36	Bannwil	Aare	1904	130,0	9	7,3	61,1
37	Wynau I	Aare	1896	200,0	5	6,1	35,9
38	Wynau II	Aare	1923	180,0	5	5,0	35,9
39	Ruppoldingen						
	Uzina de firul apei	Aare	1896	200,0	4	5,5	39,6
	Uzina de pompaj	Aare	1904	0,7	319	1,2	2,4
40	Olten Gösgen	Aare	1917	380,0	17	40,5	278,0
41	Aarau	Aare	1893	304,0	7	17,9	126,0
42	Rüchling	Aare	1882	200,0	4	4,2	33,0
43	Rupperswil-Auenstein	Aare	1945	350,0	12	33,7	215,0
44	Wildegg-Brugg	Aare	1952	350,0	17	44,0	300,0
45	Beznau	Aare	1902	411,0	6	19,5	144,0
46	Klingnau	Aare	1935	810,0	7	37,0	230,0
47	Reichenbach III	Reichenbach	Proiect	—	—	4,2	19,0
48	Sanetsch	—	Proiect	—	—	35,0	39,0
49	Vanel la Tine	Sarine	Proiect	—	—	18,0	74,0
50	Hongrid-Veytaux	Hongrin	Proiect	—	900	95,0	179,5
51	Berneraschachten	Aare	Proiect	320,0	12	31,0	200,0
52	Aarwangen	Aare	Proiect	350,0	6	17,0	110,0
53	Wynau-Olten	Aare	Proiect	350,0	14	32,4	215,0
54	Brugg-Lauffohr	Aare	Proiect	360,0	5	13,5	93,0

Pe aceasta din urmă se poate realiza la cota 1 750 un lac de 30 — 40 milioane m³ cu o cădere de 1 200 m pînă la lacul Thun.

D. Cursul rîului Aare între lacul Brienz și Thun a făcut obiectul a numeroase lucrări de regularizare încă din secolul al XV-lea în regiunea Interlaken. Ulterior, concomitent cu lucrări de regularizare a rîului s-au construit și cîteva centrale hidroelectrice mici cu o cădere amenajată de 3—4 m și o putere sub 1 000 kW.

E. Cursul rîului Aare între Thun și lacul Biel poate fi subîmpărțit în două tronsoane. Tronsonul amonte, între Thun și Berna, nu este încă utilizat. Planul general de amenajare prevede construcția a patru centrale hidroelectrice : Uttingen, Wichtrach, Rubingen și Elfenau cu căderi de 10—12 m și producții anuale de energie de cîte 50—80 GWh. Costul lor ridicat a fost motivul amînării execuției pentru o etapă ulterioară. Dintre afluenții importanți ai rîului pe acest sector poate fi amintit rîul Gürbe pe care este construită o centrală hidroelectrică mică de 550 CP prelucrînd 0,06 m^3/s sub o cădere de 519 m.

Căderea de 70 m dintre Berna și lacul Biel se utilizează în cinci centrale hidroelectrice construite între anii 1890 și 1921. În urma regularizării ulterioare a cursului superior al rîului Aare și a acumulărilor importante realizate pe rîul Sarine, o mare parte din debitele de vară sînt reținute pentru mărirea producției de energie de iarnă. În amonte de confluența cu rîul Sarine volumele reținute pentru iarnă totalizează 286 milioane m^3, iar în aval de această confluență 477,6 milioane m^3. Debitele instalate în centralele existente devenind astfel insuficiente, s-a trecut în 1956—1957 la extinderea centralei Hagneck și apare necesară, în viitorul apropiat, mărirea centralei Kallnach.

F. Bazinul rîului Sarine a fost utilizat de mult pentru diferite gatere și mori. Ca o primă utilizare mai recentă poate fi considerată construcția barajului Maigrange la Fribourg (1870—1872). Centrala construită la piciorul barajului transportă energia mecanică produsă prin cable teledinamice la o distanță de peste 1 500 m.

Ulterior s-au mai construit diferite centrale pe firul apei cu o putere pînă la 10 MW. Din cauza debitelor mici la etiaj a apărut necesitatea creării unor acumulări. În 1920 s-a realizat prin barajul La Jogne o retenție de 10 milioane m^3 și mai tîrziu, prin barajul Rosseus, o acumulare de 180 milioane m^3. În urma acesteia din urmă puterea centralei Hauterire, construită în anul 1902, a fost mărită la 57,5 MW.

Studiile recente efectuate pentru noi centrale în bazin se referă pe de o parte la utilizarea căderii din aval de Fribourg, iar pe de altă parte la cursul superior al rîului. Cea mai interesantă amenajare este cea a rîului Hongrin, care prevede construcția unui baraj realizînd o retenție de peste 40 milioane m^3 și devierea debitului în bazinul Ronului. Centrala astfel construită la Veytaux pe lacul Leman va utiliza o cădere brută de 850—900 m, iar producția de energie va atinge 170 milioane kWh, aproape exclusiv energie de iarnă.

G. Bazinul rîurilor din Munții Jura cuprinde rîurile Orbe, Arnox, Areuse și Suze. De interes energetic mai mic decît restul bazinului Aare, el cuprinde în special centrale vechi construite înainte de 1915. Singura realizare importantă de la acea dată este centrala Les Clées II pe rîul Orbe de 24 MW. În locul vechii centrale Le Chatelard scoasă din funcțiune prin centralele Les Clées s-a construit pe rîul La Jougnenaz centrala cu același nume cu o putere de 1,5 MW.

H. Cursul inferior al rîului Aare a făcut obiectul unor amenajări hidroelectrice începînd din anul 1893 (Luterbach și Aarau). În decursul timpului s-a construit pe rîu între lacul Biel și confluența cu Rinul un număr de 12 centrale hidroelectrice dintre care cele mai vechi au fost reamenajate de cîteva ori. Producția anuală a celor 12 centrale reprezintă a zecea parte din energia totală anuală produsă în Elveția.

În 1947—1953 Asociația Elvețiană de Navigație Ron—Rin (S.R.R.S.) a studiat posibilitatea utilizării rîului Aare pentru legarea Ronului cu Rinul printr-un canal navigabil. Această amenajare necesită utilizarea completă, în trepte, a întregului curs inferior al rîului. În consecință se prevede construcția a patru centrale în plus și anume : Nidau-Bernerschachten, Bernerschachten-Aarwangen ; Wynau-Olten și Brugg-Lauffohr. Datorită faptului că prin amenajarea integrală vor fi scoase din uz centralele Laterbach, Bannwil și Ruppoldingen, centralele nou prevăzute, care chiar altfel nu sînt dintre cele mai economice realizabile în Elveția, ajung la costuri de investiție exagerate din punct de vedere energetic ; construcția lor devine justificată numai datorită problemelor de navigație. Se prevede un spor al puterii instalate de 81 MW și al energiei medii anuale produse de 494 milioane kWh.

Planul mai prevede și o corecție a cursului rîului pe tronsonul Nidau-Büren-Solothurn. Proiectul canalului navigabil este întocmit pentru vase de 900 t pe traseul lacului Geneva-Brugg și pentru vase de 1 200 t (utilizate pe Rinul superior) în aval de Brugg. Gabaritele ecluzelor pentru tipul din urmă ajung la 130,0 m/12,0 m.

*

Planul general de amenajare al rîului Aare este caracterizat prin faptul că s-a construit pe cursul rîului o serie de centrale hidroelectrice, care deși sînt vechi, nu au devenit încă rentabile. Orice studiu de noi amenajări trebuie să țină seamă de cele existente. În consecință în loc de a reprezenta un studiu al posibilităților optime de utilizare a apei unui rîu, planul de amenajare al rîului Aare reprezintă o încercare de suprapunere a unor lucrări raționale peste lucrări existente. Din acest motiv, dezvoltarea timpurie a centralelor hidroelectrice în Elveția pune, în prezent, probleme mult mai dificile decît

studiul bazinului unui rîu complet neamenajat. La aceste greutăți se adaugă și greutăți de ordin administrativ datorită faptului că diferitele sectoare ale rîului intră sub jurisdicția diferitelor cantoane, ceea ce ridică piedici soluțiilor tehnice de deviere a rîurilor dintr-un bazin în altul. Toate acestea au avut ca urmare ca studiul general al rîului să nu fie încă încheiat, urmînd ca în viitor, prin etape succesive, să se ajungă la utilizarea completă și rațională a apelor bazinului Aare.

Bibliografie

[1] * * * *Wasserkraftwerk Innertkirchen* — Schweizerische Bauzeitung, 1956.

[2] Affolter P.: *Die Wasserkraftnutzung im Einzugsgebiet der Aare vom Quellgebiet bis zum Bielersee.* Wasser und Energiewirtschaft, 1957, nr. 7—9, pag. 202—207.

[3] Piller L.: *Les forces hydrauliques de la Sarine.* Wasser und Energiewirtschaft, vol 49 (1957) nr. 7—9, pag. 208—210.

[4] Bitterli S. J.: *Die Wasserkraftnutzung der unteren Aare zwischen Bielersee und Rhein, Wasser und Energiewirtschaft,* nr. 7—9 (1957), vol 49 pag. 211—218.

[5] Blattner E.: *Das Projekt der Rhone—Rhein Schiffahrt.* Wasser und Energiewirtschaft, nr. 7—9 (1957) vol 49, pag. 224—232.

[6] * * *: *Bestehende Kraftwerke im Einzugsgebiet der Aare.* Wasser und Energiewirtschaft, nr. 7—9 (1957) vol 49, pag. 220—223.

[7] * * *; *Projektierte Kraftwerke im Einzugsgebiet der Aare.* Wasser und Energiewirtschaft, nr. 7—9 (1957) vol 49, pag. 219.

[8] * * *: *Anuarul statistic al R.P.R.*, București, 1957.

Ing. **A. Filotti**

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T.

Consfătuirea privind electrificarea rurală și agricolă a regiunii Iași

621.311.1 : 63 (498.3)

În zilele de 18 și 19 martie 1959 a avut loc la Iași consfătuirea privind electrificarea rurală și agricolă a regiunii Iași. Consfătuirea a fost organizată de Secția Energetică-Electrotehnică a Filialei regionale A.S.I.T. Iași, în colaborare cu Facultatea de Electrotehnică și cu Sfatul Popular Regional Iași. Consfătuirea s-a bucurat de participarea largă a inginerilor electricieni din localitate, precum și a delegaților de la CSP, Ministerul Agriculturii și Silviculturii, I.S.P.E. București, a delegaților regiunilor Bacău și Galați. În cadrul consfătuirii au fost prezentate următoarele referate:

1. *Rolul electrificării rurale și agricole în dezvoltarea economică și culturală a regiunii Iași,* de tov. ing. *A. Poeată.*

2. *Situația electrificării rurale și agricole în regiunea Iași,* de tov. ing. *C. Ostap.*

3. *Probleme de proiectare și reducere a prețului de cost în electrificarea rurală,* de tov. ing. St. *Haralamb.*

4. *Perspective și propuneri în vederea electrificării rurale și agricole a regiunii Iași,* de prof. *N. V. Boțan.*

Din referatele prezentate a rezultat situația grea a electrificării rurale și agricole din regiunea Iași, situație ce se datorește pe de o parte moștenirii lăsate de trecutele regimuri în acest domeniu, iar pe de altă parte unor condiții obiective, cum ar fi: lipsa rețelelor de înaltă tensiune pe cuprinsul regiunii, lipsa centralelor electrice orășenești și industriale, cu disponibil de energie, la care să se fi putut racorda unele sate, precum și lipsa de resurse locale, cum ar fi combustibili inferiori, căderi de apă, etc.

Din dezbaterile consfătuirii și din referate au reieșit însă și unele lipsuri de orientare în rezolvarea problemelor de electrificare rurală și anume: lipsa unui plan concret de perspectivă pentru electrificarea rurală și agricolă a regiunii, lipsa de coordonare între Secțiunea de Gospodării Comunale a Sfatului Popular Regional și unitățile interesate în problemele de electrificare, cum ar fi unitățile agricole de stat și colective, industria locală, spitale, CFR, MAT, etc. Din această cauză există pe cuprinsul regiunii Iași numeroase localități în care s-au instalat cîte 2—3 și chiar mai multe microtermocentrale de 25—50 CP, care duc la exploatări nerentabile. Afară de acestea au mai fost scoase în evidență și alte lipsuri, ca: nefolosirea posiblităților de racordare la centralele electrice orășenești a satelor din imediata apropiere a acestor localități, lipsa de preocupare pentru creșterea numărului de abonați rurali, etc.

În cadrul discuțiilor purtate s-au făcut numeroase propuneri menite să ducă la remedierea situației existente. Aceste propuneri au fost concretizate în recomandările consfătuirii care prevăd printre altele:

1. Inventarierea tuturor unităților de pe cuprinsul regiunii interesate în problema electrificării și colaborarea cu aceste unități în vederea electrificării regiunii.

2. Executarea lucrărilor de electrificare rurală în viitor să se facă în primul rînd prin racordarea la rețele de 15 kV, precum și de la rețelele orășenești.

3. Să se renunțe la micile termocentrale pe sate, preferindu-se construirea unor termocentrale de 200—250 kW, care să deservească grupuri de 10—12 sate apropiate.

4. Microtermocentralele individuale pe sate să fie construite numai în cazuri excepționale pentru satele izolate, iar pentru ca acestea să fie cît mai rentabile se recomandă a se studia și posibilitatea funcționării în paralel cu acestea și a unor microcentrale eoliene, avînd în vedere că regiunea Iași este favorabilă instalării unor asemenea grupuri.

5. Pentru adoptarea celor mai potrivite soluții în viitor, se recomandă constituirea unei Comisii consultative formată din cadre de specialitate și delegați ai departamentelor interesate care să studieze toate propunerile de electrificare rurală și agricolă, recomandînd soluțiile cele mai judicioase.

6. În vederea ieftinirii lucrărilor de electrificare rurală și agricolă se recomandă înființarea pe lîngă Sfatul Popular Regional a unei Întreprinderi pentru electrificări rurale,

7. Se recomandă de asemeni crearea unui centru experimental, format din 10—12 sate unde să se studieze diferite sisteme de electrificare și în special posibilitățile de extindere a utilizărilor electricității în mediul rural.

8. Se propune de asemeni ca Secția Energetică Electrotehnică a Filialei A.S.I.T. împreună cu Sfatul Popular Regional să întocmească un studiu privind creșterea rentabilității uzinelor rurale mici.

9. Se recomandă ca A.S.I.T. să inițieze un curs pentru calificarea electricienilor pentru electrificările rurale.

10. Se recomandă de asemeni ca A.S.I.T. și S.R.S.C. să inițieze o serie de conferințe, filme, tipărire de broșuri etc. în vederea popularizării electrificării în mediul sătesc.

La sfîrșitul consfătuirii s-a dat citire unei scrisori ce a fost adresată Comitetului Regional P.M.R., în care inginerii și tehnicienii electricieni din orașul și regiunea Iași își exprimă hotărîrea de a depune toate eforturile astfel încît recomandările consfătuirii să fie puse în aplicare în cel mai scurt timp.

Prog. dr. ing. N. V. Boțan

Energetică generală

Acumularea energiei. Metode posibile şi economicitatea lor relativă. K. M Towers, *„Nuclear Engineering"* vol. 23 (1958) nr. **23**, p. 47—51, fig. 2, tab. 1.

620.9

Studiind posibilităţile de a asigura reactorilor nucleari o sarcină cît mai constantă, articolul tratează problema asigurării energiei electrice excedentare din CAE, încercînd să determine în ce direcţie ar fi necesar să se îndrepte studiile viitoare.

Sînt luate în discuţie două metode de acumulare a energiei: sub formă de energie chimică şi sub formă de energie potenţială. În cadrul acumulării sub formă chimică se analizează electroliza apei (la presiune atmosferică şi la presiune înaltă), producerea de sodiu şi aluminiu şi producerea de metan din CO_2 şi H_2. Printre acumulările potenţiale se studiază acumularea hidraulică în uzina hidroelectrică cu acumulare prin pompare şi acumularea de aer sub presiune, realizîndu-se conversiunea în turbine cu aer cald.

Studiul comparativ al diverselor acumulări duce la concluzia că cele chimice dau, în general, randamente mult mai scăzute (20%) decît cele potenţiale (70%). În cazul acumulărilor chimice citate, nu este cazul să se ajungă la o revenire la energia electrică, produsele rezultate fiind mai utile în folosirea directă.

Concluzia finală este că numai acumularea hidraulică prin pompare are şanse din punct de vedere economic, cu toate că pune problema condiţiilor topografice favorabile creării lacurilor de acumulare. Metodele chimice de acumulare a energiei pot oferi posibilităţi de dezvoltare viitoare, considerîndu-se utilă continuarea şi adîncirea studiilor, mai ales a acelora privitoare la producerea de hidrogen.

p.s.

Linii de transport de energie la mare distanţă şi construcţiile hidroenergetice. Rokotian S. S., *Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo*, 27 (1958) nr. **9**, p. 8—13.

621.315.05

Construirea marilor centrale hidroelectrice la distanţe mari de centrale industriale pune problema construirii unor linii de înaltă tensiune pentru transportul energiei electrice produse.

O serie întreagă de factori: necesitatea păstrării diametrului şi secţiunii conductorilor în limite practice, a micşorării reactanţei liniei, a micşorării pierderilor prin efect corona, probleme constructive de execuţie a liniilor cu secţiuni mari ale conductorilor pe fază, duc la mărirea tensiunii de transport şi a numărului de conductori pe fază (sub formă tabelară se dau indicii tehnici şi economici pentru linii de diferite tensiuni).

Dintre liniile de înaltă tensiune în curs de execuţie în U.R.S.S., merită să fie amintite:

— linia Stalingrad-Moscova, de 500 kV, care va intra în funcţiune în 1959—1960;

— linia Kuibîşev-Ural de 500 kV, care va intra în funcţiune în 1960—1961.

Mai este prevăzută trecerea liniei Kuibîşev -Moscova la tensiunea de 500 kV de la 400 kV (tensiune actuală).

Paralel cu studiile liniilor trifazice de înaltă tensiune se efectuează şi cercetări pentru construirea liniilor de înaltă tensiune de curent continuu. Deşi liniile propriu-zise sînt mai ieftine şi pierderile de energie sînt mai mici, din cauza costului mult mai ridicat al notaţiilor, curentul continuu devine economic numai la lungimi de peste 800—1 000 km şi la puteri peste 750 MW.

În prezent este în lucru în U.R.S.S. linia experimentală de 112 km, 100 kV, 30 MW: Kaşirsk-Moscova şi este proiectată linia: Stalingrad-Donbass de 500 km, 800 kV, 750 MW.

Planul de dezvoltare energetică a U.R.S.S. prevede darea în exploatare în perioada 1955—1965 a 11 000 km linii de 500 kV, 7 000 km de 330 kV, 40 000 km de 220 kV şi 170 000 km de 110 şi 35 kV.

a.f.

Reglajul sarcinii de vîrf, una dintre problemele tehnico-economice ale alimentării cu energie electrică în R.D.G. *Energietechnik*, vol. 8 (1958) nr. **6**, p. 248—251, 5 fig.

621.3.072.8

Datorită războiului, puterea instalată a scăzut de la 6 110 mW în 1943 (pe teritoriul R.D.G.) la 3 024 MW. Cu ajutorul U.R.S.S., după război s-a căutat să se refacă rapid capacitatea de producţie de energie electrică. In timp ce durata de utilizare a centralelor electrice (a puterii instalate) este în străinătate, inclusiv U.R.S.S., între 4 000 — 4 500 h/an, în R.D.G. această durată este în medie de 5 500 h/an, anumite centrale de bază atingînd 8 000 h/an. În R.D.G. sarcina zilnică are minime de 65% din vîrf, iar vîrful de duminică reprezintă de asemenea 70—75% din vîrful absolut, în această zi sarcina minimă este de 50—55%. Se analizează căile fundamentale pentru a obţine o aplatisare a vîrfului, cum ar fi: perfecţionarea muncii şi automatizarea dispecerului naţional, raţionalizarea consumului, micşorarea consumului electric pentru încălzit la orele de vîrf prin utilizarea gazului, determinarea unor mijloace moderne de măsură a puterii şi nu numai a energiei, o mai justă planificare a consumatorilor şi a modului de acoperire a consumului, o conlucrare mai activă a inspecţiei energetice, o politică justă de tarifare a energiei electrice etc.

a.r.

Producerea energiei electrice prin generatoare eoliene. Vadot L., *La Houille blanche* nr. **5** (1958) p. 503—539.

621.311.24

Fiind legate de viteza vîntului, care este neregulată, generatoarele eoliene sînt utilizabile în special în următoarele trei cazuri tip:

a) generatoare legate cu un sistem de acumulare a energiei;

b) generatoare conectate în paralel la reţea cu alte uzine electrice;

c) generatoare debitînd unor consumatori care se pot adapta regularităţilor producţiei (ex. mori).

Puterea unui generator eolian este dată de relaţia:

$$N = 0{,}000482\ C_N\ D^2\ o^3$$

unde

N este puterea în kW;
D — diametrul elicei în m;
o — viteza vîntului în m/s;

$C_N = \frac{16}{27}\ \eta, \frac{16}{27}$ fiind raportul de recuperabilitate al energiei eoliene.

Pentru dimensionarea generatoarelor eoliene este importantă nu numai cunoaşterea curbei de durată a vitezei vîntului, ci şi variaţia direcţiei vîntului şi a repartiţiei sale pe verticală.

Considerînd curba de durată a vitezei vîntului se vor putea stabili următoarele viteze caracteristice: viteza minimă (viteza de mers în gol) , viteza nominală (viteza la care se atinge puterea nominală) şi viteza maximă, la depăşirea căreia generatorul se opreşte din motive de siguranţă. În continuarea articolului, după ce se dau diverse formule pentru calcularea acestor viteze, autorul se ocupă de problemele constructive ale generatoarelor eoliene şi de problemele echipamentului electric.

a.f.

Termoenergetică

Un cazan monotubular şi o turbină cu evacuare axială. *Power Engineering*, vol. 62 (1958), nr. **1**, p. 66—68 şi 99.

621.311.22

Se descrie centrala de la Portland (S.U.A.) cuprinzînd 6 blocuri de 150/165 MW. S-au ales parametrii 170 ata şi 565/565° C pentru a evita utilizarea oţelurilor austenitice. Reglajul de sarcină se face automat, funcţia de frecvenţă

acționînd combustibilul. Schema regenerativă cuprinde cinci preîncălzitoare de joasă presiune, un degazor de 12,6 ata și două preîncălzitoare de înaltă presiune complet sudate, urmate de un răcitor al condensatorului scurs din separatorii de abur ai cazanului.

Cazanele de 500 t/h la 185 ata și 571°/571°C cu trecere forțată au două separatoare de picături în serie și unul de ocolire după suprafața de vaporizare. Reglajul de temperatură a aburului se face prin variația unghiului arzătoarelor și injecție de apă în abur. Cazanul permite porniri rapide.

Turbina în două axe cuprinde pe un ax corpul de înaltă presiune, corpul de medie presiune cu supraîncălzire intermediară între ele și un generator de 83 326 kW și pe celălalt ax, corpul de joasă presiune cu evacuare axială și admisie laterală în condensator și un generator de 84 009 kW. Această soluție permite economisirea pierderilor datorate cotirii aburului în difuzorul turbinei și reduce cota de deservire a turbinei la +6,5 m. Condensatorul cu un singur drum are 7 430 m².

ad.b.

Bloc cazan-turbogenerator de 275 MW pentru centrala Blith. *The Steam Engineer*, vol. 27 (1958), nr. **318**, p. 237.

621.311.22

S-au comandat pentru această centrală două blocuri de 275 MW, ce urmează să intre în funcțiune în 1962. Cazanele cu un debit de 862 t/h la 170 ata și 568/568°C, sînt cu circulație forțată și au focare gemene, utilizînd praf de cărbune. Fiecare cazan ocupă o lățime de 46 m, o adîncime de 113 m și o înălțime de 50 m.

Turbina, pe un singur ax, la 3 000 rot/min, are evacuarea în condensatori în patru fluxuri, iar ultimele palete au o lungime de 914, 4 mm la un diametru mediu de 2 540 mm.

Generatorul, avînd o răcire directă cu hidrogen la 3,16 kg/cm² și tolele statorice laminate la rece cu cristale orientate, este cu puțin mai mare decît un generator de 200 MW. Ventilatorul generatorului, de mare turație, este antrenat prin reductor. Sistemul regenerativ cuprinde trei preîncălzitoare de joasă presiune, un degazor și șase preîncălzitoare de înaltă presiune, acestea din urmă montate cîte două în paralel. O pompă intermediară este așezată între degazor și preîncălzitorii de înaltă presiune, iar pompa principală de alimentare, așezată după preîncălzitorii de înaltă presiune, va fi antrenată de turbina principală hidraulică. Se prevăd electropompe de alimentare de pornire și rezervă.

ad b.

Cercetarea dinamicii sistemelor de reglare automată a temperaturii aburului supraîncălzit la cazanele cu tambur de mare presiune. Duel M. A., *Teploenerghetica* nr. **12** (1958) p. 31—36, 8 fig., 4. bibl.

621.311.22

Se descrie procesul de reglare la schemele cu unul și două impulsuri: unul principal la ieșirea din supraîncălzitor și altul secundar rapid, montat între cele două trepte ale supraîncălzitorului și se arată rezultatele în comparație cu sistemul vechi: amplitudinea abaterilor scade de circa 4 ori, iar durata de circa 2 ori.

Cu regulatori electronici V.T.I., variațiile de temperatură se pot menține în limitele de ± 5°C. În afară de efectul principal de evitare a creșterilor bruște de temperatură, care la parametrii foarte înalți sînt deosebit de periculoase, noul sistem are și efecte economice de reducere a consumului de combustibil și de ușurare a muncii personalului. Cheltuielile de instalare pot fi amortizate în 6—8 luni, numai prin economia de combustibil.

c.d.

Măsurători asupra benzilor de transport. A. Vierling, H. Ohmen. *Braunkohle Wärme und Energie*, nr. **15—16**, 1958, p. 313—326, 6 tabele, 10 fig.

621.311.22.005

Articolul este o continuare a unei lucrări din nr. 21—22, anul 1957, în care se prezentau metodele și mărimile de măsurat la benzile de cauciuc pentru cărbune. Acum se dau rezultatele măsurătorilor făcute asupra a 10 benzi cu scheme și dimensiuni diferite din R.F.G. Totodată se dau tabele și diagrame privind funcționarea normală de regim a benzilor și anume: forțele de mers în gol și încărcat, rezistența rolelor, rezistența totală, forța de întindere în bandă și coeficientul de siguranță, puterea motoarelor de antrenare și randamentul benzii în stare de regim. Separat se dau o serie de diagrame privind variația forțelor la pornire în funcție de tipul motorului de acționare, precum și viteza și accelerația benzii.

Interpretarea măsurătorilor, completarea formulelor de calcul vor urma într-un articol viitor.

c.m.

Utilizarea cuplelor hidraulice ca organ de reglaj al alimentării cu apă a cazanelor. I. J. Karassik, *Combustion* vol. 29 (1957—1958) nr. **6**, p. 34—37.

621.311.22: 621.187.13

După ce se arată economiile mari care se realizează prin introducerea cuplei hidraulice și reglajului de turație la pompele de alimentare a cazanelor mari și cu parametri înalți, se ridică problema dacă se poate înlocui schema clasică prin care regulatorul de alimentare al cazanului comandă un ventil de reglaj, iar independent de aceasta, regulatorul de turație al pompei menține diferența de presiune constantă pe acest ventil cu o schemă nouă prin care regulatorul de alimentare al cazanului comandă direct turația pompei de alimentare. În acest fel se cîștigă 2—4% din puterea pompei prin eliminarea laminării în ventil. Autorul combate argumentele aduse împotriva noii scheme că un ventil răspunde mai rapid la comenzi ca o cuplă hidraulică, că nu este o variație bună a curbei de turație cu debitul, sau că e funcție de uzură pompei. Din experiența cîtorva centrale electrice s-a dovedit că noua schemă dă rezultate bune.

ad.b.

Problemele legate de evacuarea de gaze de ardere nocive în atmosferă. *Energietechnik*, vol. 8 (1958) nr. **11**, p. 481—519

621.311.22: 662.613.5

Întregul număr al revistei este dedicat problemelor legate de evacuarea unor cantități din ce în ce mai mari de gaze de ardere de către instalațiile industriale și cele de încălzire în atmosferă și de repercusiunile acestei situații asupra condițiilor de viață ale colectivității moderne, care la ritmul rapid de dezvoltare a industriei în Republica Democrată Germană impun, în anii care vin, energice măsuri profilactice.

Se tratează astfel în articole separate: influența vătămătoare a gazelor de ardere și epurarea lor, influența gazelor de ardere evacuate din industrie asupra sănătății omului, cauzele, recunoașterea și combaterea nocivității gazelor de ardere asupra pădurilor, criteriile pentru amplasarea industriilor și cartierelor de locuințe din punctul de vedere al igienei atmosferice, privire de ansamblu asupra tendințelor de dezvoltare a separării prafului în special în centrale termoelectrice, epurarea umedă a gazelor de ardere, probleme ale dezvoltării tehnicii separării prafului în Ungaria, stadiul actual al desprăfuirii gazelor de ardere și limitele ei, problema gazelor de ardere la cazane de abur și cuptoare industriale etc.

i.s.

Turbina cu abur de tipul PVK-150 construită la uzinele din Harkov. Lazarenko A. V., *Energomașinostroenie* nr. **11**/1958, p. 42—43

621.165

La uzinele constructoare de turbine din Harkov-U.R.S.S. a fost construită și încercată pe standul de probă al uzinei prima turbină PVK—150 de 150 000 kW la 3 000 rot/min. Parametrii inițiali ai aburului la intrarea în turbină sînt 130 ata și 565°C. Turbina este concepută cu supraîncălzire intermediară la 565°C la 32 ata. În condensator se asigură 0,035 ata la o temperatură a apei de răcire de 12°C și un debit de 20 800 m³/h. Apa de alimentare se încălzește în 8 trepte pînă la 230°C.

Construcția acestei turbine este de tipul cu două corpuri.

Turbina a fost proiectată și construită într-un timp foarte scurt—25 luni. Rezultatele încercărilor sînt mulțumitoare.

g.c.

Variaţia jocurilor radiale în turbinele cu abur la pornire şi în exploatare. Turbilov M. A., Borevschi E. I. şi Prohora S. A., *Teploenerghetica* nr. **12** (1958), p. 48—55, 10, fig. 1. bibl.

621.311.22.004/5

Pentru micşorarea jocurilor la porniri şi în funcţiune, se montează în interiorul unei diafragme sau în bucşa unui labirint cîte 4 ajutaje de Ø = 10 mm la distanţă de 1,5 mm de ax şi dispuse pe axul vertical şi orizontal. În timpul cercetării se măsoară debitul de aer comprimat (cînd turbina stă) sau de abur de circa 30 ata şi 400°C (după pornirea turbinei), trimis din afară, ce se scurge prin fiecare dintre cele 4 ajutaje.

Măsurătorile efectuate la un grup de 50 MW au arătat că chiar înainte de pornire şi anume după strîngerea celor două jumătăţi ale carcasei, uniformitatea jocurilor se strică în sensul: jocul inferior scade cu 0,75 mm (faţă de cel iniţial de 1,4 mm), iar cel superior creşte cu 0,75 mm. Deplasarea axului în sus şi lateral constatată prin măsurători confirmă interpretarea fizică a alunecării axului pe filmul de ulei în lagăre.

Printr-o serie de diagrame se arată variaţia jocurilor şi descentrarea unei turbine de 50 MW în fazele de pornire, încărcare, descărcare şi reîncărcare. Se verifică prin măsurători deformarea calculată a carcasei la o diferenţă de temperatură de 20°C între generatricele superioară şi inferioară şi anume de 0,3 mm la un diametru şi o lungime a carcasei de 1 m, respectiv de 3 m şi apoi se prezintă un tabel sinoptic al tuturor cauzelor de variaţii a jocurilor. *c.d.*

Asigurarea etanşeităţii faţă de apă a condensatoarelor turbinelor de abur cu parametri supracritici. Berman L. D., *Teploenerghetica* nr. **10** (1958), p. 90—95, 9 fig., 7. bibl.

621.311.22.004/5

Se arată importanţa acestei probleme în cazul cazanelor cu trecere forţată la parametri supracritici şi apoi se dă ecuaţia bilanţului de săruri în ciclul de abur.

Pentru rezolvarea acestei probleme, trebuie satisfăcute două condiţii: prima (şi cea mai importantă) menţinerea la funcţionare de lungă durată a stării ermetice a îmbinărilor ţevilor în placa tubulară şi a doua, evitarea fisurării sau ruperii ţevilor supuse acţiunilor corosive şi mecanice prin vibraţii.

În U.R.S.S. s-au experimentat şi aplicat în practică trei metode de combatere a neetanşeităţilor apărute la punctele de vălţuire a ţevilor în placa frontală, care se descriu ca şi metodele folosite în S.U.A.

În partea finală se indică un mijloc care face posibilă continuarea funcţionării în cazul spargerii unei ţevi: cele două jumătăţi ale condensatorului sînt separate şi pe partea de abur, printr-o tablă verticală instalată la partea inferioară, iar evacuarea condensatului se face separat. Prin scoaterea din circuit a unei jumătăţi, condensatorul poate asigura încă 70% din sarcina nominală a grupului. *c.d.*

Pornirea turbinei cu gaze de tipul GT-12-3 la L.M.Z. Frenkel L. D., *Energomaşinostroenie nr.* **10** (1958), p. 28 şi 16.

621.311.23 : 621.438

În august 1958 a fost dată în exploatare prima turbină de gaze de 12 000 kW, construită la L.M.Z. Actualmente se fac experimentări pentru studierea posibilităţii trecerii acestei turbine pe păcură şi gaze provenite din gazeificare subterană. Caracteristicile de funcţionare a acestei turbine se dau în tabela 1:

Caracteristicile de funcţionare		Valoarea			
		mers în gol			
Puterea la clamele generatorului	kW		4 300	8 600	1 200
Temperatura exterioară	°C	22	22	13	20
Temperatura înaintea turbinei partea de înaltă presiune	°C	375	482	566	623
Idem, înaintea turbinei de joasă presiune	°C	404	510	542	640
Presiunea turbinei de înaltă presiune	ata	6,6	9,5	12,3	13,1
Idem, înaintea turbinei de joasă presiune	ata	2,4	3,3	3,9	4,3
Consumul de aer	t/h	171	239	282	305
Temperatura aerului după încălzire regenerativă	°C	208	250	262	308

g.c.

Electroenergetică

Instalaţia de transport de energie Gotland, în curent continuu de înaltă tensiune. După I. Liden şi S. Sviden, *ASEA Z.* 1 (1956) **5**, 63—75, 13 fig.

621.315.05.024

Articolul prezintă instalaţia de transport de energie care leagă reţeaua trifazată de 30 kV a insulei Gotland de reţeaua suedeză şi care a fost pusă în funcţiune în 1956. Instalaţia este construită pentru o putere de 20 MW şi o tensiune de 100 kV curent continuu. La cele două extremităţi ale cablului monofilar submarin a cărui lungime este de circa 100 km, se găsesc cele două staţii de redresare şi transformare.

În mod normal, instalaţia alimentează reţeaua insulară de la cea continentală, dar ea poate funcţiona invers la nevoie, de exemplu în caz de secetă, cînd reţeaua continentală, care are multe centrale hidraulice, poate primi energie de la centrala termică de pe insula Gotland.

Alimentarea staţiei continentale de redresoare se face de la barele trifazate de 132 kV ale unei staţii de transformatoare exterioare care serveşte şi altor scopuri, staţia fiind alimentată de la reţelele trifazate de 380 şi 220 kV.

Se descriu instalaţiile exterioare cuprinzînd: alimentarea staţiei continentale, conectarea la reţeaua trifazată insulară, transformatoarele redresoare ale celor două staţii, aparatajul redresoarelor, identic pentru cele două staţii, cablul de curent continuu, electrozii de contact cu apa mării, alimentaţi prin linii aeriene, circuitele de amortisment pentru partea de curent continuu, identice pentru cele două staţii. Se descriu, de asemenea, instalaţiile interioare, cuprinzînd: generatorul de energie reactivă al staţiei insulare, de 30 MVAr la 11 kV, cos $\varphi = 0$, 4000 rot/min şi instalaţia lui auxiliară, grupurile de redresoare cu mercur şi camera de comandă ale staţiei insulare (staţia continentală fiind telecomandată), instalaţia de formare a redresoarelor şi instalaţiile pentru acoperirea consumului propriu ale celor două staţii. *s.m.*

Un sfert de veac de experienţă în coordonarea izolaţiei. După Sporn P. şi Gross W. I.: *Electrical Eng.* nr. **5** (1957), pag. 376—380.

621.315.624/5

Problema coordonării izolaţiei a fost atacată încă din 1928, însă elemente practice pentru o rezolvare raţională au apărut mai tîrziu. Soluţia adoptată trebuie să aibă în vedere întregul ansamblu al sistemului energetic şi să cuprindă atît punctul de vedere tehnic, cît şi cel economic. Se expun principiile de bază ale coordonării izolaţiei, însoţite de tabele şi diagrame asupra nivelului de izolaţie la diverse tensiuni nominale cuprinse între 1 şi 345 kV, precum şi un exemplu de calcul pentru stabilirea caracteristicilor descărcătoarelor. Întrucît la baza întregului sistem de coordonare stau descărcătoarele, se insistă asupra caracteristicilor acestora precum şi a amplasării lor în reţele. Pe baza ameliorării caracteristicilor descărcătoarelor există perspectiva reducerii nivelului izolaţiei la transformatoare. *i.c.*

Izolatorii de 380 kV ai instalaţiilor din Rommerskirchen şi Hoheneck. După A. Hecht: *Elektrotechn. Z.*-A, 79 (1958) **7**, 245—248.

621.315.62.027.8

Izolatorii de 380 kV, solicitaţi la maximum atît electric cît şi mecanic, au pus probleme noi proiectării şi executării lor. Izolatorii de trecere ai transformatorilor de putere cum şi izolatorii care îmbracă transformatorii de măsură se pot executa şi din mai multe părţi lipite între ele prin răşini (Araldit) şi fixate prin armături metalice. Executarea dintr-o bucată este însă preferabilă la aceşti izolatori deoarece aceasta scurtează lungimea totală şi măreşte siguranţa în exploatare. La lungimile care vin în consideraţie (circa 4 m) această construcţie pune condiţii mai grele fabricaţiei, condiţii care ajung la limitele posibilităţilor actuale în domeniul ceramicei.

Ceilalţi izolatori (suporţii, izolatorii pentru separatori şi întreruptori etc.) se fabrică din cîte trei părţi lipite între ele. Cînd izolatorii, din motive de rezistenţă mecanică (momentul

de încovoiere sau de torsiune) obţin diametre mai mari şi deci goluri interioare, aceste goluri se umplu cu azot şi se închid ermetic contra pătrunderii umidităţii.

Se dau unele amănunte privind condiţiile pure şi construcţia izolatorilor pentru întreruptori, suporţi, separatori, bobinele de self necesare telefoniei cu unde de înaltă frecvenţă etc.

La sfîrşit se dau indicaţii asupra numărului (cantităţii) de izolatori de 380 şi 220 kV, care au fost utilizaţi în întreruptorii instalaţiei de mai sus.

g.cr.

Hidroenergetică

Uzina hidroelectrică Premadio. Carati F. *L'Energia Elettrica* 35, (1958), nr. **3**, pag. 257—278.

621.311.22

Uzina hidroelectrică Premadio pe rîul Adda (Italia) înlocuieşte vechea uzină de la Fraele-Viola, de dimensiuni inadecvate necesităţilor sporite prin derivarea în bazin a rîului Spöl.

Caracteristicile principale ale uzinei sînt:

	Faza *I*	Faza *II*
Debit instalat (m^3/s)	26	65
Cădere maximă (m)	672	708
Putere instalată (MW)	2×75	5 × 75
Producţia (GWh/an)	320	540
din care energie de iarnă	260	480

Lucrările cele mai importante ale amenajării cuprind:

— barajul în arc Cancano;

— aducţiunea principală de 4,02 m diametru şi 3 468 m lungime;

— aducţiunile secundare de 14 km lungime pe malul drept şi 34 m lungime pe malul stîng;

— galeria forţată blindată;

— centrala subterană de 156,2 m lungime în faza finală şi 28 m lăţime.

a.f.

Conducta forţată a uzinei hidroelectrice Kurobe IV în Japonia *Energia Elettrica*, 35 (1958), **4**, 427—429.

621.311.21.004

Uzina Kurobe IV utilizează apele rîului cu acelaşi nume, avînd un bazin de recepţie de 184 km^2 la care se adaugă 18 km^2 derivaţi prin captări secundare. Cu o precipitaţie medie anuală de 3 800 mm debitul mediu este 32 m^3/s, maxima şi minima fiind respectiv 1 000 m^3/s şi 9,1 m^3/s. Debitele sînt regularizate într-un lac de 200 milioane m^3 din care 148 milioane volum util creat printr-un baraj în arc de 196 m înălţime şi 437 m lungime la coronament, avînd un volum de beton de 1 430 000 m^3.

Debitul instalat de 72 m^3/s este prelucrat sub o cădere de 561 m. Uzina cuprinde patru grupuri de 87,5 MW. Producţia medie anuală este de 1 000 GWh din care 310 GWh energie de iarnă.

Conducta forţată a uzinei instalată într-o galerie are un diametru de 3 250 mm, o lungime de 700 m şi este calculată la 702,19 m presiune. Ea este executată din oţel special cu $E \geqslant 34$ kg/mm², $\sigma_r = 54$ kg/mm², alungirea $A \geqslant 20\%$ şi rezistenţa $R \geqslant 6$ kgm/cm².

a.f.

Energetica nucleară

Organizarea raţională a circuitului apei la centralele atomoelectrice cu reactori fierbători. Margulova T. H. *Teploenerghetica* nr. **12** (1958), p. 22—26.

621.311.25: 621.039

Se analizează condiţiile de organizare a circuitului de apă la CAE cu un singur circuit în reactori fierbători şi se studiază posibilităţile de folosire a metodei vaporizării în trepte. Din calcule a rezultat că această metodă asigură un regim hidraulic sigur cu un singur regenerator de abur, mărind concomitent şi economicitatea centralei.

Cu această metodă, corodarea reactorului este mai puţin intensă.

g.c.

Reactori energetici apă-apă în U.R.S.S., Skorţov S. A., *Atomnaia Energhetica* nr. **9** (1958), p. 245—257.

621.311.25: 621.039

La cîteva dintre centralele atomoelectrice din U.R.S.S., ca sursă de căldură se folosesc reactori energetici în care apa este utilizată atît ca moderator cît şi ca agent termic.

Puterea termică a reactorilor este de 760 MW, fiecare putînd asigura funcţionarea a trei grupuri turbogeneratoare de 70 MW. Randamentul brut al acestor reactoare este de 27,6%. Drept combustibil, reactorul utilizează uraniu îmbogăţit în proporţie de 1,5%. Se dau date privind instalaţiile producătoare de căldură, îmbogăţirea combustibilului, puterea termică a reactorului, parametrii agentului termic în cele două circuite şi perspectivele de dezvoltare a reactorilor energetici.

g.c.

Shippingport *Nuclear Engineering*, vol. 3, (1958) nr. 27, p. 233—243.

621.311.25: 621.039

Se dă o amplă descriere a centralei nucleare americane de la Shippingport. Centrala este dotată cu un reactor cu apă obişnuită sub presiune. Reactorul are o putere termică de 231 MW, iar centrala o putere electrică netă de 60 MW. Aburul este generat de patru schimbători de căldură dintre care trei sînt suficienţi pentru puterea nominală. Reactorul a devenit critic la 2 decembrie 1957. Afară de descrierea centralei, se dau caracteristicile tehnice şi o serie de scheme şi desene şi fotografii.

ş.a.

Aspecte constructive ale centralei atomo-electrice Fermi. Burg P. C., Feldes J. G. — *Journal of the Power Division. Proceedings of the ASCE*, vol. 84 (1958) PO 2, Paper 1602.

621.311.25: 621.039

Centrala atomoelectrică Enrico Fermi, în curs de construcţie, este amplasată lîngă Monroe, Michigan, S.U.A.

Combustibilul este format din aliaj de uraniu şi molibden, îmbogăţit cu U_{235} în proporţie de 25%. Căldura produsă în timpul fisiunii este preluată de un circuit primar de sodiu lichid şi apoi transmisă unui circuit secundar de sodiu lichid, care încălzeşte cazanul de abur. Soluţia a fost adoptată pentru a evita contactul dintre sodiul indicativ din circuitul primar şi apă în cazul unui defect al cazanului.

Puterea iniţială a reactorului este de 300 MW, cea finală urmînd să fie de 430 MW. Costul lucrărilor este de 44,2 milioane dolari din care 9 milioane reprezintă cheltuieli de cercetare.

a.f.

Primul reactor al CAE Chapelcross a devenit critic. *Atomwirtschaft* vol. 3 (1958) nr. **12**, p. 519.

621.311.25: 621.039

În cetrala atomoelectrică Chapelcross a Comisiei britanice pentru energia atomică, care este o centrală identică cu Calder Hall şi prevăzută cu patru reactoare de acelaşi tip pentru producerea de plutoniu şi de energie electrică, primul reactor a devenit critic în noiembrie 1958. Lucrările de construcţie au început cu trei ani în urmă.

i.s.

Spărgătorul de ghiaţă atomic „Lenin". Alexandrov A.P. ş.a. *Atomnaia energhia* nr. **9** (1958), p. 257—276.

621.039

Mărirea campaniei şi a zonei de navigaţie în regiunile arctice a necesitat construirea unor noi nave spărgătoare de ghiaţă, pe care oamenii de ştiinţă, energeticienii şi constructorii navali din U.R.S.S. au realizat-o prin construirea primului spărgător de ghiaţă atomic din lume. Caracteristicile energetice ale acestui spărgător de ghiaţă sînt:

— tipul turboelectric;

— durata de funcţionare cu o singură încărcătură 1 an;

— puterea utilă 44 000 CP;

— puterea specifică 2,75 CP/t;

— viteza la un strat de ghiață de 2,4 m 2 noduri ;
— greutatea instalațiilor atomoenergetice 3 017 t ;
— greutatea protecției 1 963 t ;
— debitul total de abur la parametrii 28 ata și 310°C. 360 t/h ;
— debitul de abur al cazanului auxiliar 10 t/h ;
— puterea centralei electrice auxiliare 6,2 MW.

În articol, în afară de descrierea elementelor navale și constructive, se tratează mai ales partea energetică a spărgătorului de ghiață atomic.

g.c.

Reactori energetici. S c h u l t e n, R. *Atomwirtschaft*, vol. 3 (1958), nr. 11, pag. 423—426, 30 ref. bibl.

621.311.25 :621.039

Rapoartele prezentate și discuțiile purtate la cea de a 2-a conferință pentru folosirea pașnică a energiei atomice la Geneva în sept. 1958 asupra reactorilor nucleari energetici nu au adus lucruri senzaționale nici deosebit de noi, ci expuneri și comentarii de specialitate asupra continuării unei dezvoltări tehnice ce progresează pas cu pas.

Multe detalii se aduc din experiența de exploatare de doi ani a reactorilor de la CAE Calder Hall : pornirea se face numai foarte încet, corespunzător unei încălziri admisibile a părților metalice de 5°C pe oră, odată temperatura de regim de 400°C atinsă, încărcarea putînd fi urcată cu 5 MW pe minut. Reglarea debitului reactorului se face prin ventilatoarele de gaze, influența grupului turbogenerator fiind foarte mică. Circuitul primar pierde pe zi 1 t bioxid de carbon, ceea ce corespunde etanșeității normale în instalații de abur.

Trecerea la reactori de acest tip pentru temperaturi înalte face obiectul unor cercetări deosebite în Anglia, SUA și în R.F. Germană. Folosind elemente ceramice, dintr-un amestec de carbid de uraniu, carbit de toriu și grafit, acești reactori vor atinge temperaturi atît de mari încît să permită parametri ai aburului la nivelul centralelor moderne. Acești reactori urmează a fi dotați cu ventilatoare de un tip complet nou.

În legătură cu reactorii cu apă sub presiune este expusă experiența sovietică și americană. Se relevă varianta sovietică a unui tip de reactor combinat, cu apă sub presiune și care apoi vaporizează, aburul fiind supraîncălzit în interiorul reactorului.

i.s.

Energia nucleară în viitor. *Engineer*, vol. 205 (1958), 23 mai, pag 764—765.

621.039

Într-o expunere la Conferința electricienilor britanici ținută la Bruxelles cu ocazia expoziției, Sir John Cockroft a prezentat o privire de ansamblu asupra dezvoltării de pînă acum și celei viitoare a reactorilor nucleari englezi pentru producerea energiei electrice.

Calder Hall, prima CAE engleză, livrează regulat peste 40 GWh în rețeaua engleză.

Puterea ar putea fi ridicată cu 10% fără a se periclita reactorii ; variația de sarcină poate fi preluată cu o viteză de 10 MW/minut, totuși nu se trece de 5 MW/minut, ceea ce înseamnă că puterea poate fi crescută de la 30 la 180 MW în timp de o jumătate de oră, adică ca într-o centrală termoelectrică obișnuită: din cele 10 000 de elemente de combustibil, numai 3 s-au defectat.

Pe baza experienței de la Calder Hall viitoarele CAE engleze în construcție vor avea puteri mult mai mari. Executanții au învățat să sudeze recipienții sub presiune cu grosime a pereților de 76,2 mm și să-i facă atît de mari încît să poată primi de două ori mai mult uraniu și o presiune a CO_2 cu 54% mai ridicată.

Datorită acestor factori puterea următoarelor două centrale atomoelectrice este ridicată la 275—300 MW, iar a celei de la Hinkley Point chiar la 500 MW prin ridicarea conținutului de uraniu cu 50%. Prin aceasta cheltuielile de investiții scad cu 20%.

După ultimele calcule pare să fie posibil ca prin ameliorarea randamentului întreaga putere să fie ridicată la 800 MW, ceea ce ar scădea cu încă 10% cheltuielile de investiție. Aceste progrese pot fi obținute prin ridicarea temperaturii elementelor de la 400 la 600°C, ceea ce permite parametri mai buni ai aburului.

Cu centrala Hinkley Point se atinge punctul în care costul energiei electrice din centrale nucleare devine egal cu cel din centrale cu cărbune.

În ceea ce privește fuziunea nucleară nu se poate spune acum decît că încărcările cu „Zeta" sînt foarte promițătoare, cu toate că energia produsă pînă acum pe această cale nu reprezintă decît a milioana parte din cea cheltuită. Acum „Zeta" se reconstruiește pentru a-și înzeci energia ce îi stă la dispoziție, urmînd ca în „Zeta II" aceasta să fie încă odată înzecită. Se contează că atunci descărcările vor putea fi prelungite de la cîteva milisecunde la circa 1/10 de secundă în care caz energia produsă va fi egală sau chiar ceva mai mare decît cea cheltuită. Va trece însă încă multă vreme pînă cînd reactorii nucleari vor putea fi construiți pe această bază și trebuie contat pe cel puțin 20 de ani sau probabil mai mult pînă cînd aceștia vor atinge maturitatea de exploatare.

i.s.

Reactor de tipul uraniu — grafit cu supraîncălzirea aburului de înaltă presiune. *Atomnaia Energhia* nr. 9/1958, pag. 223—245.

621.311.25 :621.039

În cadrul planului de dezvoltare a energeticii nucleare în U.R.S.S. se construește o CAE de 400 MW cu reactori de tipul uraniu — grafit în care se obține direct abur de 100 ata supraîncălzit. Aceste reactoare permit aplicarea și la CAE și a sistemului bloc generator de abur turbină, cu cunoscutele sale avantaje de exploatare.

În articol se trasează amplu următoarele probleme mai importante : alegerea parametrilor aburului, construcția reactorului, schema principală a blocului generator, regimurile sale de lucru și amplasarea echipamentului în clădirea principală a CAE.

Articolul cuprinde 17 figuri — schițe, grafice și desene de ansamblu și detaliu ale reactorului și CAE.

g.c

Reactorul cu scintilație. T. N. Z u b a r e v, Atomnaia Energhia vol. 5, noiembrie 1958, pag. 605—617

621.039

Se propune schema constructivă a reactorului cu scintilație, cu apă obișnuită și cu uraniu îmbogățit și se dă metoda de calcul a parametrilor fizici și termotehnici ai unui asemenea reactor. Se arată că prin îndeplinirea condițiilor stabilite se poate asigura o mare stabilitate a eliminării căldurii în timpul exploziilor neutronilor. În cazul variantei analizate de reactor cu scintilație, după cum arată calculele, apare posibilă asigurarea unei capacități termice de 5 000 kW, la un flux mediu de neutroni în zona activă de circa 10 neutroni/cm² s și maxim (în cazul exploziilor neutronilor) de circa 10 neutroni/cm²s.

d.p.

Cercetări asupra controlării reacțiilor termonucleare în U.R.S.S. L. A. A r t i m o v i c i, Atomnaia Energia, vol. 5, noiembrie 1958, pag. 501—521.

621.039

În articol sînt trecute în revistă problemele generale care apar în legătură cu încercările de realizare a dirijării reacțiilor termonucleare controlate. Se arată succesele obținute în stăpînirea reacțiilor de sinteză termonucleară, ca și perspectivele de dezvoltare a acestora și se dau pe scurt lucrările teoretice și experimentale ale cercetătorilor sovietici în acest domeniu.

d.p.

СОДЕРЖАНИЕ

Актуальные вопросы и достижения в области энергетики, стр 137

662.61:662.642:662.8

Pănoiu N.: **Некоторые аспекты помола лигнитов с помощью вентиляторной дробилки.**

Приводятся результаты размалывания лигнитов с помощью вентиляторной дробилки в Н. Р. Болгария, на основе которых автор подчеркивает необходимость постановки исследований румынскими специалистами в целях изучения и применения достигнутых результатов в отечественном котлостроительстве и энергетической эксплуатации. Далее отмечается экономичность капиталовложений и эксплуатации при внедрении данного метода в технику приготовления угольной пыли.

Energetica VII (1959) Nr. 4, стр. 144

662.825:621.311.22

Ghia V.: **Выявление аварий воздухоподогревательных установок во время их работы.**

Предлагается новый метод выявления аварий во время работы воздухоподогревательных установок. Указываются поправки вносимые в экспериментально определеные значения, для учета возможных температурных колебаний воздуха по сравнению с исходными данными.

Energetica VII (1959) Nr. 4, стр. 146

621.316.11.001.24

Potolea E.: **Расширение области применения расчетных столов постоянного тока.**

Освещается вопрос расширения области использования расчетных столов постоянного тока при определении потери напряжения и мощности в кольцевых электрических сетях. Методы проверены экспериментальными результатами, полученными на расчетном столе ИСПЕ.

Energetica VII (1959) Nr. 4, стр. 150

621.313.001.24

Baciu A.: **Определение сверхпереходных реактансов трехфазных синхронных генераторов.**

Указывается значение определения параметров синхронных генераторов. Излагается использованный метод работы. Приводятся три примера расчета и измерений проведенных на генераторах одной отечественной электростанции, причем для каждого случая даются соответствующие выводы. Излагаются общие заключения о использованном методе и о проведенных измерениях.

Energetica VII (1959) Nr. 4, стр. 157

621.311.21:621.65/67

Stegăroiu P.: **Гидроаккумулирующие ГЭС.**

Автор рассматривает вопрос гидроаккумулирующих ГЭС описывая различные критерии классификации. Анализируются возможности использования ГЭС данной конструкции в условиях Румынии.

Energetica VII (1959) Nr. 4, стр. 166

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА ● ДОКУМЕНТАЦИЯ ● ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АСИТ ● НОВЫЕ СОВЕТСКИЕ КНИГИ

INHALTSVERZEICHNIS

Aktuelle energiewirtschaftliche Fragen und Leistungen, S. 137

662.61 : 662.642 : 662.8

Pănoiu N. : **Ueber die Braunkohlenaufbereitung mit Hilfe der Ventilatormühlen.**

Es werden die in Bulgarien mit Ventilatormühlen erzielten Ergebnisse von Braunkohlenaufbereitung und die Wirtschaftilchkeit dieses Kohlenstaubaufbereitungsverfahrens erörtert. Die Ergebnisse lassen es als angebracht erschaftinen, das Verfahren in den mit Braunkohle betriebenen Ke selanlagen des Landes anzuwenden.

Energetica VII (1959) H. 4 S. 144

662.825 : 621.311.22

Ghia V. : **Betriebsstörungen von Luftvorwärmern.**

Es wird ein neuartiges Verfahren vorgeschlagen, die während des Betriebs von Luftvorwärmern vorkommenden Störungen zu bestimmen. Die den versuchsweise festgestellten Werten beigeordneten, die Lufttemperaturveränderungen gegenüber dem als Vergl ichs grunglage angenommenen Anfangszustand berücksichtigenden Berichtigungszuschläge werden angegeben.

Energetica VII (1959) H. 4 S. 146

621.316.11.001.24

Potolea E. : **Erweiterung des Anwendungsbebiets von Gleichstromnetzmodellen.**

Besprechung eines Verfahrens zur Anwendung von Gleichstromnetzmodellen für Bestimmug der Spannungs- und Leistungsverluste in vermaschten Netzen. Die Ergebnisse werden mit den an dem Netzmodell des Instituts für Energiewirtschafdliche Planung festgestellten Werten verglichen.

Energetica VII (1959) H. 4 S. 150

621.313.001.24

Baciu A. : **Bestimmung der flüchtigen Stossreaktanzen bei dreiphasigen synchronen Generatoren.**

Auf Grund von drei Berechnungsbeispielen und der in einem inländischen Kraftwerk an den Generatoren angestellten Messungen, werden allgemeine S hlüsse über das Verfahren zur Bestimmung der flüchtigen Stossreaktanz und die Messergebnisse gezogen.

Energetica VII (1959) H. 4 S. 157

621.311.21 : 621.65/67

Stegăroiu P. : **Wasserkraftwerke mit Pumpspeicherung**

Es werden die Kennzeichen der verschiedenen Typen von Wasserkraftwerken mit Pumpspeicherung, sowie die Möglichkeit der Anlage derartiger Werke in Rumänien erörtert.

Energetica VII (1959) H. 4 S. 166

ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND ● DOKUMENTATION ● AUS DER TÖTIGKEIT DER WISSENSCHAFTLICHEN VEREINIRGUNG DER INGENIEURE UND TECHNIKER (ASIT) ● NEUE TECHNISCHE LITERATUR AUS DER UdSSR

SOMMAIRE

Problémes et réalisations dans la technique actuelle de l'énergie, p. 137

662.61 : 662.642 : 662.8

Pănoiu N. : **Pulvérisation du lignite à l'aide du broyeur ventilateur.**

L'article reproduit les résultates obtenus en Bulgarie, dans la pulvérisation du lignite par un broyeur ventilateur. A base de l'économicité de l'exploitation, l'auteur propose l'étude et l'application de cette méthode pour la préparation du charbon pulvérisé dans notre pays.

Energetica VII (1959) no. 4. p. 144

662.825 : 621.311.22

Ghia V. ; **Détermination des avaries dans les instalations de préchauffage d'air.**

L'auteur pré ente une méthode originale pour déterminer les avaries que peut subit une installation de préchauffage d'air, pendant son fonctionnement. Il indique les corrections devant être faites aux valeurs déterminées pendant les expériences, considérant les changements de la température de l'air, par rapport à la température initiale prise comme base de comparaison.

Energetica VII (1959) no. 4. p. 146

621.316.11.001.24

Pololea E. : **Extension du domaine d'utilisation des modèles de réseaux à courant continu.**

L'extension du domaine d'utilisation des modèles de réseaux à courant continu est indiquée, pour déterminer les chutes de tension et les pertes de puissance dans les réseaux bouclés. La méthode est vérifiée par les résultats obtenus en utilisant le modèle de réseau de l'Institut d'Etudes et de Projets Electriques (ISPE).

Energetica VII (1959) no. 4 p. 150

621.313.001.24

Baciu A. : **Détermination des réactances supratransitoires dans les générateurs synchrones triphasés.**

L'article indique trois exemples de calcul et les mesures effectuées pour les générateurs d'une centrale électrique roumaine. On présente ensuit les conclusions générales sur la méthode employée et sur les mesures exécutées.

Energetica VII (1959) no. 4. p. 157

621.311.21 : 621.65/67

Stegăroiu P. : **Usines hydroélectriques à accumulation par pompage.**

L'auteur traite le problème des usines hydroélectriques à accumulation par pompage, présentant différents critériums de classification. En même temps il montre quelques aspects de l'utilisation possible de ces usines dans notre pays.

Energetica VII (1959) no. 4 p. 166

L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A L'ÉTRANGER ● DOCUMENTATION ● DE L'ACTIVITÉ DE L'ASSOCIETION SCIENTIFIQUIE DES INGENIEURS ET TECHNICIANS (ASIT) ● LITÉRATURE TECHNIQUE NOUVELLE DE L'URSS

CONTENTS

Actual energy topics and performances, p. 137

662.61 : 662.642 : 662.8

Pănoiu N. : **Lignite pulverisation with ventilator crushers.**

The article gives the results obtained in Bulgaria, by using a ventilator cruscher. Based on the economy of the operation the author proposes to apply this method in preparing pulverized fuel in our country.

Energetica VII (1959) no. 4. p. 144

662.825 : 621.311.22

Ghia V. : **Establishing of faults appearing in air preheating installations.**

The paper proposes an original method for determining faults appearing in air preheating installations, during their operation. It also shows the corrections to be made to values determined during the experiments, considering the modification of air temperature, by comparing them to the initial temperature.

Energetica VII (1999) no. 4. p. 146

621.316.11.001.24

Pololea E. : **Extention of the limits of utilisation for direct curent network models.**

The author shows an extension of the utilisation limits of direct current network models, in determining voltage drops and power losses in looped networks. The metods are verified by exper ments made on the Electrical Study and Project Institut s, network model.

Energetica VII (1959) no. 4. p. 150

621.313.001.24

Baciu A. : **Determination of overtransient reactances in triphased synchron generators.**

Three examples of calculations and measurements made on generators in an electric plant of our country are given and general conclusio; are drawn on the used method and the executed measurements.

Energetica VII (1959) no. 4 p. 157

621.311.21 : 621.65/67

Stegăroiu P. : **Pumped storage hydroelectric plants**

The article speaks about pumped storage hydroelectric plants, showing different classification criteria. At the same time are presented some aspects of the eventual operation of these plants in our country.

Energetica VII (1959) no. 4 p. 166

ELECTRIC ENERGY ABROAD ● DOCUMENTATION ● FROM THE ACTIVITY OF THE SCIENTIFIC ENGINEERS AND TECHNICIENS ASSOCIATION (ASIT) ● NEW BOOKS FROM USSR

MŰSZAKI KÖ... 1883

CĂRŢI SOVIETICE NOI

Determinarea punctelor de defect în liniile aeriene şi cabluri
Gosenergoizdat, 1958

Broşura conţine o culegere de articole din periodicile străine, în care sînt expuse cercetări în legătură cu metodele de determinare a defectelor în liniile aeriene şi de cabluri. Este descris aparatajul folosit şi sînt date rezultatele încercării şi exploatării acestui aparataj.

* * *

Sub îngrijirea lui V. A. VENIKOV

Regimurile de funcţionare a sistemelor electroenergetice automatizate
Gosenergoizdat, 1958.

Lucrarea conţine articole traduse în limba rusă din periodicile străine de specialitate, în care se studiază problemele reglajului automat al sistemelor electroenergetice automatizate şi interconectate. În primele două articole se studiază probleme în legătură cu reglajul frecvenţei şi cu repartiţia puterii active între agregate. Al treilea articol conţine o serie de propuneri în legătură cu simplificarea calculelor de stabilitate dinamică a sistemelor energetice.

* * *

Linii cu cabluri de înaltă tensiune
(Culegere de articole traduse din limba germană şi engleză)
Gosenergoizdat 1958

Sînt date descrierile construcţiilor de cabluri de înaltă tensiune. Se studiază problemele esenţiale în legătură cu construirea liniilor cu cabluri de înaltă tensiune.

* * *

Materiale electroizolante pe bază de răşini epoxidice. Culegere de articole traduse din limba engleză şi slovacă.
Gosenergoizdat 1958.

Sînt date proprietăţile şi caracteristicile materialelor electroizolante pe bază de răşini epoxidice, indicîndu-se totodată şi domeniile lor de utilizare.

* * *

Utilajul electric al motoarelor cu gaze.
Editura Maşghiz

În lucrare sînt descrise principiul de funcţionare, construcţia, exploatarea şi repararea aparatelor de aprindere electrică, cum şi a aparatelor de protecţie şi control al funcţionării motoarelor cu gaze, staţionare, cu piston şi al motocompresoarelor cu gaze.

* * *

Bazele electrofizice ale ceramicii pentru frecvenţele înalte
Gosenergoizdat, programată pentru trim. I/1959.

Lucrarea se ocupă cu problemele de fizică a dielectricilor şi a semiconductorilor în legătură cu dezvoltarea unei ramuri noi de materiale pentru frecvenţe înalte şi anume ceramica pentru frecvenţe înalte. Sînt studiate procesele fizico-chimice care stau la baza fabricaţiei materialelor ceramice, fenomenele electrice care se observă în diferite tipuri de ceramică de înaltă frecvenţă, supuse acţiunii cîmpului electric. O atenţie deosebită se acordă principiilor care stau la baza diferitelor operaţii tehnologice de fabricaţie a ceramicii. Lucrarea conţine o serie întreagă de date concrete expuse sub formă de grafice şi tabele, referitoare la proprietăţile celor mai noi materiale ceramice şi a pieselor fabricate din acestea.

Se adresează inginerilor şi tehnicienilor din industria radiotehnică.

* * *

Intreruptoare de înaltă tensiune

Culegere de articole traduse din limbile engleză şi germană (Seria „Energetica peste hotare"). *Gosenergoizdat*, programată pentru trim. II/1959

În culegere sînt prezentate articole în legătură cu construcţia şi încercarea întreruptoarelor cu aer şi ulei, de înaltă tensiune. Sînt date caracteristicile întreruptoarelor moderne şi rezultatele încercării acestora. Lucrarea se adresează inginerilor şi tehnicienilor care se ocupă cu proiectarea şi exploatarea întreruptoarelor de înaltă tensiune.

* * *

KARPOV F. T.:

Cum alegem secţiunile conductoarelor şi cablurilor. (Biblioteca Montorului electrician).

Gosenergoizdat, programată pentru trim. II/1959.

În broşură sînt date indicaţiile de calcul necesare pentru alegerea secţiunii conductoarelor şi cablurilor din reţelele electrice simple, cu tensiuni sub 500 V. Metodele sînt ilustrate prin exemple de calcul. Lucrarea se adresează montorilor electricieni.

SCURTĂ ENCICLOPEDIE „ENERGIE ATOMICĂ".
Promîşlenno-Ekonomiceskaia Gazeta nr. 17, 1958.

Redacţia principală a Marii Enciclopedii Sovietice pregăteşte în colaborare cu Direcţia generală pentru problemele folosirii energiei atomice de pe lîngă Consiliul de Miniştri al U.R.S.S. editarea unei lucrări enciclopedice într-un singur volum, care va trata problemele legate de folosirea energiei atomice.

Enciclopedia va cuprinde circa 2 500 articole care dezbat un larg cerc de probleme — de la explorarea zăcămintelor de materie primă pînă la cele mai variate domenii de folosire a energiei nucleare. Problemele energiei atomice se examinează din punctul de vedere al fizicii, chimiei, geologiei. biologiei, medicinii, tehnicii militare. Lucrarea va include un vast material bibliografic şi ilustrativ.

Colectivul de autori este alcătuit din numeroşi specialişti în domeniul folosirii energiei atomice, iar din colegiul redacţional fac parte cei mai proeminenţi oameni de ştiinţă ai Uniunii Sovietice.

j.t.

LEI 5

E 2039

R

ENERGETICA

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
ОБМЕН - СВЯЗЬ
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - СМЕНА

5

Energetica — București

Anul VII ★ mai

1959

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. ing. I. D. STĂNCESCU, redactor responsabil, conf. ing. G. MIHĂILEANU, redactor responsabil adjunct, conf. ing. I. A. BADEA, prof ing. M. BERCOVICI, membru corespondent al Academiei R. P. R., laureat al Premiului de Stat, ing. M. COGĂLNICEANU, conf. ing. E. CONSTANTINESCU, ing. P. DIMO, laureat al Premiului de Stat, prof. ing. C. DINCULESCU, membru corespondent al Academiei R. P. R., ing. I. V. HERESCU, conf. ing. N. MOLDOVEANU, prof. ing. C. PENESCU, ing. T. POPA, ing. S. SĂNDULESCU, și ing. P. VICOL

RECOMANDĂRI PRIVIND ÎNTOCMIREA ARTICOLELOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

— *Lucrările ce pot fi prezentate spre publicare sînt de importanță generală, tehnico-științifice, speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.*

— *Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.*

— *Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.*

— *Lucrările care au mai fost trimise și la alte publicații, publicate integral sau parțial, nu mai pot fi trimise redacției spre publicare.*

— *Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit, problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 6—8 rînduri, se va anexa lucrării.*

— *In introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemena se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.*

— *Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiilor posibile.*

— *Anexele pot cuprinde demonstrații originale sau absolut necesare înțelegerii formulelor din text; de asemenea în anexe se pot da exemple de calcul.*

— *Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.*

— *Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului. Pentru demonstrații se vor alcătui anexe.*

— *Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, germane etc.*

— *Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet, tradus în romînește, ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet tradus în romînește revista tomul, anul, numărul, paginile.*

— *Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.*

— *Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. In notă se vor indica: titluri academice, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.*

— *Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora pentru publicare.*

— *Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări față de manuscris.*

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R. P. R. și al Ministerului Industriei Grele. Redacția: București, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 16.78.78 — Administrația și Casieria: București, Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon: 14.06.24— Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediile filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară precum și prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicațiile Tehnice A.S.I.T. 070124 B.R.P.R. Filiala I.V. Stalin — București — Tarif pentru întreprinderi: lei 100 anual. — Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual — Prețul unui exemplar: lei 5. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică Nr. 3, București.

E 2039

ENERGETICA

ANUL VII Nr. 5 MAI 1959

INSTITUTUL DE ENERGETICĂ AL ACADEMIEI R.P.R. 1948—1958

Acest număr cuprinde în întregime articole ale cercetătorilor

INSTITUTULUI DE ENERGETICĂ AL ACADEMIEI R.P.R.

fiind consacrat împlinirii a zece ani de activitate a acestuia.

S U M A R

1 Mai — bilanț de mari realizări în opera construcției socialiste, p. 181

Aspecte ale îndeplinirii planului în sectorul energetic pe anul 1958, p. 182

Rădulef R.: **Din activitatea Institutului de energetică al Academiei R.P.R. 1948-1958**, p. 183

620.9.

Nagy C., Caracudovici V.: **Economia de energie - factor important în realizarea ritmurilor ridicate de creștere în economia națională.**

Se prezintă importanța economiilor de energie pentru realizarea ritmurilor ridicate de creșterea în toate ramurile economiei naționale, pentru înlocuirea unei părți din investițiile necesare dezvoltării ramurii energetice și pentru reducerea prețului de cost care conduce la ridicarea necontenită a nivelului de trai.

Energetica **VII** (1959), nr. 5, p. 185

---

620 9 (498)

Bercovici M., Nagy C., Manea S.: **Dezvoltarea producție și consumului de energie în R.P.R.**

Pe baza studiilor efectuate pentru stabilirea corelației producției și consumului de energie cu unii indici economici sintetici s-a putut calcula ce creștere corespunde producției și consumul de energie la o creștere, cu 50% sau 100% a indicelui economic.

Energetica **VII** (1959), nr. 5, p. 187

620.9.001.2

Dumitrescu A., Elefterescu M., Kovacs St.: **Echivalența și eficacitatea economică a proceselor energo-intensive.**

Se aduce o contribuție la stabilirea unei metodici științifice generale privind compararea diverselor procese energo-intensive care ar putea fi adoptate în vederea fabricării unui anumit produs, precum și eficacitatea investițiilor legate de acestea.

Metodica analizată poate contribui la rezolvarea importantelor probleme legate de dezvoltarea de perspectivă a industriei noastre naționale, iar prin caracterul general în care a fost tratată, poate fi folosită în orice țară.

Energetica **VII** (1959), nr. 5, p. 191

536.7:662.62

Buimovici D., Carabogdan I., Westfried F.: **Exergia combustibililor solizi.**

Se aplică conceptul de exergie conform definirii propuse în alte lucrări anterioare, categoriei de combustibili solizi cu puterea calorifică pînă la 4 000 kcal/kg în scopul definirii unei ordini preferențiale, energetice, în gama acestor combustibili.

Energetica **VII** (1959), nr. 5, p. 197

621.311.22.001.2

Grecov D. : **Considerații asupra alegerii presiunii inițiale optime în centrale termoelectrice de mare putere cu parametri înalți.**

În lucrare se expune o metodă grafo-analitică pentru determinarea presiunii optime inițiale a aburului în centrale termoelectrice, analizîndu-se toți factorii ce pot influența asupra acestei valori. Metoda de calcul se extinde și asupra ciclurilor înaintase și evită marele volum de calcule pe care îl necesită metoda variantelor.

Energetica **VII** (1959), nr. 5, p. 205

621.181.8.001.2

Antonescu N. : **Determinarea mărimii supraîncălzitoarelor la cazanele de abur.**

Pentru calculele de proiectare a cazanelor mari de radiație, calculul coeficientului optim de supraîncălzire prin radiație este deosebit de important din punct de vedere tehnico-economic și constructiv.

Prin aplicarea metodei prezentate se poate determina o soluție optimă și stabili influența diferiților parametri ai cazanului, asupra coeficienților de ecranare.

Energetica **VII** (1959), nr. 5, p. 211

621.316.726.001.2

Ionescu S., Nicolae P., Pomîrleanu M. : **Principiile de bază ale reglajului automat de frecvență.**

Pe baza legilor generale ale reglajului automat al frecvenței și puterii de schimb în articol se arată echivalența formală a tuturor procedeelor tehnice de reglaj realizate pînă în prezent.

Energetica **VII** (1959), nr. 5, p. 216

621.316.93 :621.316.262

Popa B. :**Asupra protecției stațiilor electrice exterioare contra loviturilor de trăsnet.**

Se analizează fenomenologia descărcărilor electrice atmosferice în stațiile exterioare și măsurile de protecție care trebuie luate ; de asemenea se analizează pe baza calculelor oportunitatea unui sistem sau a altuia de protecție.

Energetica **VII** (1959) nr. 5, p. 220

621.2.09.001.24

Păuna S. : **O nouă metodă de valorificare a parametrilor hidrologici ai unui curs de apă.**

Se prezintă o metodă originală de prelucrare a datelor statistice ale variației nivelelor unui curs de apă, în timpul unui an, cu posibilitatea de repartizare a duratei și frecvenței nivelelor pe zile, decade sau luni.

Lucrarea prezintă interes, între altele, pentru exploatarea judicioasă și proiecția lucrărilor hidrotehnice legate de folosirea cursului de apă.

Energetica **VII** (1959), nr. 5, p. 226

621.2.09.001.24

Caracudovici V., Stegăroiu P. : **Precizia de calcul în determinarea potențialului hidroenergetic.**

Studiindu-se elementele de bază în calculul potențialului hidroenergetic teoretic, se stabilește eroarea probabilă la determinarea acestuia.

Energetica **VII** (1959), nr. 5, p. 230

De la Comitetul Național Romîn pentru Conferința Mondială a Energiei (WPC)

Comitetul Național Romîn pentru Conferința Mondială a Energiei anunță și pe această cale că viitoarea sesiune parțială a Conferinței Mondiale a Energiei va avea loc la Madrid (Spania) între 5—9 iunie 1960 cu tema generală :

„Metode pentru rezolvarea problemelor legate de insuficiența resurselor energetice".

Problemele privind căile cele mai eficiente pentru folosirea optimă din punct de vedere tehnic și economic a resurselor energetice vor fi tratate în următoarele secții :

Secția I. Metode pentru cercetarea surselor și cererilor de energie.

A. Resurse energetice.

1. Combustibili solizi
2. Combustibili lichizi
3. Combustibili gazoși
4. Energie hidraulică
5. Energie nucleară
6. Alte surse de energie.

B. Cereri de energie.

Secția II. Eficiența producției și utilizării energiei.

A. Combustibili clasici
B. Energie hidraulică
C. Alte surse de energie.

Secția III. Dezvoltarea tehnicii în transportul energiei.

A. Combustibili clasici
B. Energie electrică
C. Combustibili nucleari

Secția IV. Instalarea de reactori nucleari pe scară industrială.

A. Domenii de aplicare

1. Energie eletrică
2. Pentru propulsie
   — navală
   — în alte domenii
3. Producția căldurii pentru folosire industrială și casnică.

B. Factori economici și sociali

1. Aspecte economice ale construcției reactorilor
2. Formarea cadrelor.
3. Protecție și asigurări
4. Alți factori

Secția V. Legătura funcțională între producția energiei din surse energetice clasice și nucleare.

A. Energie electrică.

1. Resurse clasice
2. Funcționarea centralelor atomoelectrice ca centrale de bază
3. Transportul energiei
4. Acumularea energiei
5. Alți factori

B. Alte aplicații

Pentru lămuriri suplimentare se poate consulta la Sediul Comitetului Național Romîn pentru Conferința Mondială a Energiei ASIT, Calea Victoriei 120, — programul tehnic detaliat primit din partea Comitetului Spaniol.

Specialiștii în problemele de mai sus se pot înscrie cu rapoarte pentru această sesiune. În acest scop Comitetul primește din partea celor ce doresc a fi înscriși un rezumat-prezentare a raportului pe una sau cel mult două pagini dactilografiate ; aceste rezumate trebuie să parvină Comitetului cel mai tîrziu pe data de 10 iunie 1959.

Rapoartele principale acceptate trebuie să fie elaborate de autori și primite de Comitet pînă cel mai tîrziu la 20 august 1959.

Toate rapoartele elaborate vor fi discutate de către Comitet împreună cu cei mai buni specialiști în domeniul respectiv din țară și se vor alege rapoartele ce vor fi trimise în limita cotei alocate țării noastre.

Comitetul Național Romîn pentru Conferința Mondială a Energiei

PREȘEDINTE, Prof. ing. C. Dinculescu

Secretar, Prof. ing. I. D. Stăncescu

ENERGETICA

ANUL VII
1959
Nr. 5
MAI

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

1 MAI — bilanț de mari realizări în opera construcției socialiste

În oricare colț al planetei noastre ziua de 1 Mai este sărbătorită de zeci de milioane de oameni ca marea sărbătoare tradițională a solidarității internaționale a celor ce muncesc, simbolul luptei neabătute împotriva exploatării, împotriva războiului, pentru unitatea internațională a clasei muncitoare. Solidaritatea tuturor celor ce muncesc de pe întreg pământul a devenit în epoca noastră o forță uriașă în lupta pentru pace, democrație și socialism.

Lumea de astăzi înfățișează un puternic contrast între sistemul social în care munca oamenilor a fost eliberată din cătușele exploatării și sistemul în care milioane de exploatați trudesc pentru un pumn de exploatatori. În anul care s-a scurs acest contrast a apărut și mai evident. În timp ce lumea capitalismului se zbate în tot mai grele impasuri economice și sociale, pe mai mult de o pătrime din suprafața globului pământesc, cuprinzînd peste o treime din populația lumii, oamenii muncii din Uniunea Sovietică și din celelalte țări ale lagărului socialist, pentru totdeauna libere, însuflețite de ideile atotbiruitoare ale marxism-leninismului, cîștigă victorii răsunătoare în întrecerea pașnică cu capitalismul. Marile succese obținute de Uniunea Sovietică în domeniile cele mai variate ale economiei, științei, culturii — de la lansarea în spațiu a primilor sateliți ai pămîntului și a primei rachete cosmice sau realizarea marilor construcții industriale ale comunismului, pînă la adoptarea sarcinilor de o amploare nemaicunoscută în istorie — a planului septenal, grandios program de construire desfășurată a comunismului, — toate aceste realizări constituie o dovadă zdrobitoare a imensei superiorități a sistemului socialist asupra sistemului capitalist.

Țara noastră, membră a marii familii a țărilor socialiste, bucurîndu-se de sprijinul frățesc al Uniunii Sovietice și al celorlalte țări prietene pășește cu hotărîre pe calea arătată de partid de construire a socialismului, obținînd succese deosebite în industrializarea socialistă a țării și în dezvoltarea socialistă a agriculturii. Ziarele aduc zi de zi noi vești despre intrarea în funcțiune a numeroase combinate industriale, fabrici, uzine, care asigură dezvoltarea rapidă a întregii economii. Anul trecut în industria siderurgică au fost puse în funcțiune 3 cuptoare Martin cu o capacitate de 420 000 tone de oțel pe an, laminorul bluming de 1 000 mm, cu o capacitate de 1 000 000 tone oțel lingouri pe an, o linie de laminat tablă subțire etc, în industria energiei electrice — un grup de 50 MW, 5 stații de transformare. În industria petroliferă, chimică și în alte sectoare au intrat în funcțiune noi instalații importante. Trebuie să notăm că realizările obținute în industrie în 1958 au fost însemnate prin creșterea producției globale industriale cu aproape 10 la sută față de 1957, iar productivitatea muncii față de 1957 a crescut cu 5,3 la sută.

În anul care a trecut agricultura noastră s-a dezvoltat pe calea socialismului, astăzi sectorul socialist avînd o contribuție precumpănitoare la formarea fondului centralizat de stat de produse agricole, s-a întărit baza materială a agriculturii. Realizări importante au fost dobîndite de oamenii muncii din țara noastră în dezvoltarea științei, culturii, învățămîntului, artei și literaturii etc.

Poporul nostru sărbătorește ziua de 1 Mai în plin avînt al construcției pașnice, hotărît să dea viață sarcinilor trasate de Congresul al II-lea al P.M.R. și de plenarele C.C. al P.M.R., care au pus jaloanele unei activități concrete juste și însuflețite.

În politica externă statul nostru s-a călăuzit după principiile leniniste ale coexistenței pașnice, manifestînd un interes deosebit față de inițiativele Uniunii Sovietice și ale celorlalte țări socialiste menite să apere pacea, să zădărnicească orice încercare a imperialiștilor de a dezlănțui un nou război mondial. Cuvîntul poporului nostru în apărarea păcii în Balcani, în sprijinul rezolvării pașnice a problemei Berlinului, de solidaritate cu țările coloniale care luptă pentru libertate și independență, se aude tot mai puternic cu o autoritate pe care n-a avut-o niciînd în trecut.

Ziua de 1 Mai găsește poporul nostru însuflețit de hotărîrea de a dezvolta și mai departe succesele obținute pînă acum pe calea înțeleaptă pe care îl călăuzește Partidul Muncitoresc Romîn. Nu este nici o îndoială că succesele lui pe drumul socialismului vor contribui la întărirea solidarității internaționale a celor ce muncesc, la lupta pentru triumful cauzei păcii și a socialismului.

Aspecte ale îndeplinirii planului în sectorul energiei electrice pe anul 1958

Anul 1958 reprezintă unul din ultimii ani ai primei etape a planului de electrificare. Realizările anului 1958 se încadrează în efortul general al întregului nostru popor de a produce în scopul ridicării nivelului de trai al oamenilor muncii şi al unei contribuţii active la menţinerea păcii în lumea întreagă.

Succesele obţinute de ţara noastră, ca şi de celelalte ţări de democraţie populară, au fost înlesnite în mod deosebit de faptul că ne putem sprijini în construirea orînduirii socialiste pe înaltul nivel de dezvoltare atins în U.R.S.S. şi pe ajutorul frăţesc şi multilateral pe care Uniunea Sovietică îl acordă ţărilor lagărului socialist.

Producţia de energie electrică în anul 1958 în cifre absolute a fost de 6 184 mil. kWh.

Realizarea planului pe Departamentul Energiei Electrice este de 104,5% la producţia globală şi de 107,3% la producţia marfă.

În anul 1958 s-a produs cu 13,7% mai multă energie electrică decît în 1957 şi de 5,5 ori mai mult decît în 1938.

Experienţa sovietică a verificat istoriceşte învăţătura leninistă potrivit căreia veriga principală a creării bazei tehnico-materiale a socialismului şi a trecerii neîntrerupte spre comunism este industrializarea socialistă bazată pe dezvoltarea industriei grele — a producţiei mijloacelor de producţie. Pentru a fi posibilă însă dezvoltarea industriei grele este necesar ca, cu un pas înainte, să meargă dezvoltarea electrificării. Lenin a arătat că „Puterea sovietică plus electrificarea întregii ţări" reprezintă bazele comunismului.

Înaintînd cu fermitate pe această cale poporul romîn a obţinut rezultate însemnate în dezvoltarea industriei socialiste. Au fost create ramuri industriale noi, de o importanţă vitală pentru progresul continuu al economiei. Este caracteristică, din acest punct de vedere, dezvoltarea puternică a industriei construcţiilor de maşini şi prelucrării metalelor a cărei producţie a ajuns în anul 1958 de 7,5 ori mai mare decît în anul 1938, pentru anul 1959 fiind prevăzută o creştere cu încă 14%. Producţia industriei chimice va depăşi la sfîrşitul anului 1959 de 100 ori nivelul din 1938.

Progresul atins de industria din ţara noastră e oglindit prin următoarele cifre:

Producţia anului 1938 se realizează în acest an în numai 63 zile: la construcţiile de maşini în 42 zile, la energie electrică în 60 zile, la produse sodice în 75 zile.

În ansamblul industriei socialiste planul producţiei globale a fost îndeplinit în proporţie de 103,9% şi al producţiei marfă în proporţie de 103,2%.

În comparaţie cu anul 1957 producţia globală a crescut cu 9,7%, industria mijloacelor de producţie cu 10,1%, industria bunurilor de consum cu 9,1%, producţia de mărfuri cu 9,6%.

Au fost introduse sau extinse noi procedee tehnologice ca fabricarea semicocsului prin fluidizare, cocsificarea cărbunilor indigeni, s-a început fabricaţia aparatajului de înaltă tensiune pentru staţiile de transformare de 110 kV etc.

În anul 1958 volumul investiţiilor din întreaga economie a fost de aproape 15 miliarde de lei, cu circa 8% mai mare ca în 1957. Au fost puse în funcţiune noi capacităţi de producţie dintre care:

în industria energiei electrice:

— Un grup de 50 MW la CTE Steaua Roşie Stîngeorgiu de Pădure;

— 5 staţii de transformare de 110/35/6 kV la: Cluj, Reşiţa, Roman, Hunedoara-Peştiş şi Oţelul Roşu.

în industria petroliferă:

— O instalaţie termică de craCarea păcurii cu o capacitate de 350 000 tone/an;

— O instalaţie de desalinare electrică cu o capacitate de 1 200 000 tone ţiţei /an;

— O instalaţie de distilare primară cu o capacitate de 60.000 tone/an;

— Conducte de transport pentru gaz metan cu o lungime de peste 320 km.

Comerţul exterior a continuat să se dezvolte, volumul exportului de maşini şi utilaje crescînd cu 42% faţă de anul 1957.

În anul1958 s-a produs de 5,6 ori mai multă fontă, de 3,3 ori mai mult oţel, de 2,6 ori mai mult cărbune, de 17 ori mai mult gaz metan decît în 1938.

În afară de realizările menţionate, s-au intensificat eforturile de terminare în cursul anului 1959—1960 a unor mari obiective industriale printre care şantierul hidrocentralei V.I. Lenin Bicaz, Uzinele sodice Govora şi Borzeşti. S-au făcut de asemenea pregătirile necesare ca în anul 1959 să înceapă construcţia centralei de termoficare Ploieşti şi să fie racordate la sistemul energetic de 110 kV oraşele Baia Mare, Craiova şi regiunile Suceava, Constanţa şi Oradea, astfel încît în anul 1960 să fie încheiat sistemul energetic naţional în conformitate cu prevederile planului de electrificare.

Înalta conştiinţă, elanul şi abnegaţia de care dă dovadă eroica noastră clasă muncitoare, munca devotată a inginerilor, tehnicienilor şi a altor specialişti constituie garanţia sigură a îndeplinirii măreţelor obiective care ne stau în faţă în domeniul dezvoltării energeticii ţării noastre.

Din activitatea Institutului de energetică al Academiei R.P.R. 1948—1958

Hotărîrea de a publica în unul dintre numerele revistei „Energetica" numai articole elaborate de cercetătorii Institutului de energetică al Academiei R.P.R., care a împlinit zece ani de existență, se înscrie atît pe linia indicațiilor date de partid și guvern și din ședința plenară a C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie 1958, de a pune permanent știința în serviciul introducerii tehnicii noi în toate ramurile economiei naționale, cît și pe linia colaborării dintre Institut și A.S.I.T., care a dat rezultate dintre cele mai rodnice, prin publicarea de articole în revistele A.S.I.T. și prin organizarea în comun a unor consfătuiri ale inginerilor și tehnicienilor.

Problema energiei a constituit o preocupare a inginerilor noștri, chiar de la primul congres al Asociației Inginerilor din Romînia, ținut în anul 1921, în care s-a subliniat că: „Punerea în valoare a bogățiilor pe care țara le are în resursele naturale de energie, politica de urmat în raport cu dezvoltarea actuală și de prevedere pentru viitor, cum și modul cel mai rațional de utilizare a diferitelor izvoare de energie trebuie examinate și puse la punct prin studii documentate". Vechea Romînie nu dispunea de o instituție care să poată prelua această sarcină — și „mulți oameni de știință și tehnicieni doritori a face cercetări" erau „opriți în elanul ce ar putea avea, din cauza lipsei unor asemenea institute". În Romînia burgheză, unde s-au cheltuit „mulți bani — și de multe ori pentru scopuri cu totul inutile interesului țării — nu s-au putut găsi fondurile necesare pentru ca o asemenea instituție să poată lua ființă".

Necesitățile impuse de refacerea economiei noastre naționale după cel de-al doilea război mondial și îndeosebi de perspectivele dezvoltării ei într-un ritm accelerat, după naționalizarea industriei, au pus pe primul plan al preocupărilor problemele legate de producția și utilizarea rațională a energiei. În sarcina de construire a socialismului, trebuia ca țara să dispună în timpul cel mai scurt de o producție de energie mult mai mare decît în trecut, capabilă să asigure dezvoltarea rapidă a industriei și transporturilor, mecanizarea agriculturii și producția bunurilor de larg consum. Inventarierea și valorificarea surselor noastre de energie, alimentarea cu energie, în condiții optime, a diferitelor ramuri ale economiei naționale, utilizarea rațională a diferitelor forme de energie, perfecționarea instalațiilor energetice existente, crearea și introducerea unor tipuri noi de instalații energetice, devenite necesare în cursul acestui avînt al energeticii noastre, reclamau cercetări duse sistematic, de oameni competenți, înarmați cu mijloacele materiale necesare. Sarcina creării instituțiilor capabile să rezolve aceste probleme a fost încredințată Academiei R.P.R., care a înființat în anul 1948 Institutul de energetică, și departamentului care se ocupa de problemele energiei, care a înființat Institutul de studii și proiectări energetice (I.S.P.E.).

Institutul de energetică s-a dezvoltat în special începînd cu anul 1950, cînd și-a mutat sediul în clădirile proprii, din Șoseaua Vitan. Începînd cu anul 1953, Institutul a lucrat cu cinci secții: Energetică generală, Electroenergetică, Termoenergetică, Mașini cu ardere internă și Tehnologia combustibililor solizi, care au fost dotate treptat cu laboratoare și instalații de experimentare. În anul 1957, o parte a secției de Mașini cu ardere internă și secțiile de Termoenergetică și Tehnologia combustibililor solizi au fuzionat în noua secție de Termoenergetică și combustibili, care îmbrățișează principalele probleme termoenergetice și de combustibili ridicate de economia noastră națională.

Indicăm mai jos cîteva dintre principalele realizări ale Institutului, în domeniile de specialitate ale diferitelor sale secții — și în special cele din domeniul secțiilor de energetică generală, termoenergetică și combustibili.

În cadrul secției de energetică generală, pe linia îmbunătățirii randamentelor în industrie, s-au inițiat în cursul anilor 1955—1958 studii și cercetări în problema Normării și reducerii consumurilor specifice de energie electrică și căldură în industrie. Din inițiativa Institutului, a A.S.I.T. și a altor foruri, această problemă a devenit o preocupare importantă a consumatorilor industriali de energie din întreaga țară.

În această problemă, Institutul a elaborat în anii 1955—1958 în total 13 protocoale care au fost înaintate beneficiarilor, s-a elaborat o metodă privind normarea și reducerea consumurilor de energie în industrie, s-au organizat în colaborare cu A.S.I.T. trei conferințe cu caracter național, în cadrul cărora energeticienii din producție au dezbătut metodele concrete și sarcinile importante pentru micșorarea consumurilor de energie. În urma acestor acțiuni, consumurile specifice de energie în industrie au început să scadă; s-au realizat astfel importante economii.

Pe linia producerii complexe a energiei electrice și căldurii, s-au inițiat și în țara noastră, în cadrul secției de energetică generală, studii legate de introducerea termoficării urbane și industriale. Acestea au servit ca bază studiilor tehnico-economice de termoficare efectuate de I.S.P.E. Metodica elaborată în Institut a fost aplicată și în studiul tehnico-economic al centralelor de termoficare Borzești-București-Ploiești etc.

Se prevede o considerabilă extindere a lucrărilor de termoficare, care au început, ceea ce dovedește justa orientare a Institutului, care a pregătit încă în anii 1952—1956 condițiile științifice necesare.

Una din directivele importante, date de partid și guvern cu privire la dezvoltarea termoenergeticii, subliniată în raportul privind electrificarea țării, consistă în stabilirea căilor de utilizare a combustibililor inferiori românești și a altor deșeuri combustibile, în vederea aplicării unei juste politici economice a combustibililor. Dintre lucrările de termoenergetică și combustibili inițiate și rezolvate de Institut pe această linie, le relevăm mai jos pe cele mai importante.

În cadrul lucrărilor privitoare la spălarea ligniților cu lichide grele, s-a stabilit un procedeu de reducere a conținutului de steril din lignițI. Pornindu-se de la un lignit cu circa 50% steril și o putere calorifică de circa 2 500 kcal/kg, s-a putut obține astfel un lignit cu circa 17% steril și o putere calorifică de circa 5 000 kcal/kg. Pe baza procedeului elaborat de Institut, Departamentul de Cărbuni și minereuri a construit o stație semiindustrială de spălare a ligniților de Rovinari, cu o capacitate de 40 t/h.

Eficacitatea tehnico-economică a spălării ligniților crește simțitor cînd spălarea e urmată de brichetarea ligniților spălați, cu și fără liant; în această direcție I.E. a dus cercetări numeroase cu rezultate pozitive.

Comunicarea „Probleme tehnologice specifice cărbunilor din R.P.R." prezentată Conferinței mondiale a Energiei, în sesiunea de la Belgrad, din anul 1957, a fost acceptată cu viu interes de către Conferință.

Pe linia aceleiași directive, Institutul a adus o contribuție importantă în problema gazeificării ligniților noștri. Printr-o strînsă colaborare cu Ministerul Industriei Grele „Uzinele Mao-Țze-Dun", s-au construit pentru prima oară în țară gazogene pentru gazeificarea ligniților. Experiențele făcute pe gazogenul cu diametrul de 2 600 mm, instalat la fabrica „Ceramica" din Baru Mare, au dat rezultate satisfăcătoare; lignitul de Rovinari a putut fi gazeificat în bune condiții. Folosirea gazelor produse de acest gazogen a permis îmbunătățirea sensibilă a procesului de fabricație, iar randamentul cuptoarelor a crescut cu circa 12—14%. Din studiul tehnico-economic întocmit de către Institut cu privire la gazeificarea ligniților, rezultă că numai înlocuind lemnul folosit astăzi în scopuri energetice industriale, cu gazul de gazogen, se pot realiza economii anuale de multe zeci de milioane de lei.

În domeniul valorificării lignitilor, trebuie relevate studiile teoretice și cercetările experimentale privitoare la arderea lignitilor și în stare pulverizată. S-a ajuns la concluzia că arderea în strat răscolit este cea mai adecvată pentru lignitii romînești. Pe baza acestor studii, în anul 1958, Ministerul Industriei Grele a proiectat și construit la Uzinele Mao-Tze-Dun două grătare cu împingere răsturnată, dintre care unul este în curs de montare, pentru primele încercări. Institutul a studiat și posibilitatea, cum și economicitatea arderii lignitilor în stare pulverizată, prin utilizarea morii ventilator.

Institutul de energetică și-a îndreptat atenția și asupra altor comustibili inferiori, cum sînt turba, stuful și deșeurile agricole, care se găsesc din belșug în sud-estul țării. Din deșeurile de stuf provenite din industrializarea sa, excedentul de stuf, din cojile de la decorticarea orezului, cojile de semințe de floarea soarelui, rumegușul etc. se pot regenera însă anual circa 200 mii tone, care sînt echivalente cu circa 7.10^{11} kcal. Cercetările au condus la concluzia că, în afară de posibilitatea gazeificării unora dintre ele, ca de exemplu a cojilor de la decorticarea orezului, ele pot fi transformate în surse termoenergetice prețioase, prin brichetare fără liant, la temperaturi și presiuni convenabil alese. Se obțin astfel aglomerate combustibile cu putere calorifică mare, cu balast mic, care suportă în bune condiții transportul la distanță și pot fi arse în focarele obișnuite pentru combustibili solizi.

O importantă sursă energetică ce rămînea nefolosită în țara noastră era energia elastică a gazelor naturale, care au presiuni relativ înalte la sondele din cîmpurile noastre de gaze naturale. Pentru utilizarea energetică a presiunii gazelor naturale înaintea arderii sau chimizării lor, Institutul a dezvoltat compresoarele cu jet pentru exploatarea gazelor naturale, a căror introducere în exploatare a adus importante urmări tehnico-economice în politica de forare, exploatare și transport al gazelor noastre naturale. Prin introducerea a 22 de compresoare cu jet, în anii 1955—1958, în cîmpurile de gaze naturale circa 75% din gazul metan transportat la București e comprimat cu ajutorul lor; prin aceasta se realizează anual economii de cîteva milioane de lei. Institutul lucrează în colaborare cu Ministerul Industriei Petrolului și Chimiei pentru mărirea numărului de compresoare cu jet în cîmpurile cu gaze și pentru aplicarea lor în cîmpurile de gaze provenite de la sondele de țiței. Lucrările în acest domeniu au trezit un interes deosebit în străinătate.

În studiile referitoare la folosirea rațională a căldurii, s-a acordat o atenție specială problemelor cuptoarelor. Pe baza cercetărilor experimentale efectuate pe agregate, Institutul a propus soluții de recuperare a căldurii la cuptoarele industriale din principalele ramuri industriale. De exemplu, prin aplicarea propunerilor noastre, la cuptorul de klinker fabricat în țara noastră, s-a obținut o economie de combustibil de 18% și o creștere a productivității cuptorului de peste 17%. Aplicarea recirculației gazelor de ardere la un cuptor de încălzire pentru metale neferoase, procedeu elaborat în Institut, a condus la economii de combustibil de peste 25%. La cuptoarele de forjă, printr-o propunere de cuplare a acestora cu cuptoarele de tratament și cu preîncălzirea aerului pentru ciocanele de forjă, rezultă o economie de combustibil care depășește 30%.

Prin aplicarea propunerilor din lucrarea „Soluții energetice pentru îmbunătățirea cuptoarelor de prăjire a minereurilor de fier și mangan", care a fost distinsă cu Premiul de Stat pe anul 1955, productivitatea cuptoarelor de prăjire a minereurilor a crescut de trei ori, minereului prăjit i s-a redus conținutul de CO_2 de la 4...6%, la 1%, calitatea minereului rezultat a crescut simțitor, iar condițiile de muncă ale personalului de deservire s-au îmbunătățit considerabil prin eliminarea completă a gazelor toxice rezultate din procesul tehnologic. Prin trecerea cuptoarelor de prăjire de la funcționarea cu combustibili solizi la funcționarea cu gaze de furnal s-au redus sensibil cheltuielile pentru combustibil.

În ultimul deceniu, industria noastră constructoare de mașini a asimilat numeroase produse noi, iar parcul nostru de autovehicule și mașini de tracțiune a crescut simțitor. Institutul a inițiat numeroase cercetări pentru stabilirea și îmbunătățirea caracteristicilor motoarelor cu ardere internă produse în țară, pentru cercetarea comportării combustibililor lichizi indigeni utilizați în mașini, pentru reducerea consumului de carburanți și îmbunătățirea caracteristicilor acestora. Pe baza propunerilor Institutului, sprijinite pe cercetările din anul 1957, uzina constructoare a motoarelor D-40 și S-15 a fost de acord să aducă modificări carburatoarelor, echilibrajului dinamic al arborilor, să introducă ungerea sub presiune și călirea superficială a manetoanelor.

Protocolul Institutului privitor la tipizarea motoarelor cu ardere internă folosite în țară, elaborat în anul 1958, a fost una din piesele folosite în stabilirea seriilor de motoare ce vor trebui folosite în țară, pentru a acoperi necesitățile economiei naționale și a micșora prețul de cost și exploatare. Institutul a preconizat un procedeu original de reducere a consumului specific de combustibil a motoarelor cu aprindere prin scînteie, care a fost verificat pe un parc de 30 de vehicule. Un calcul acoperitor arată că, la un parc mediu de 40 000 camioane, fiecare avînd un parcurs mediu de 30 000 km anual, se pot economisi anual circa 116 000 tone combustibil superior.

Pe linia îmbunătățirii agregatelor termice de putere mică și mijlocie, Institutul a inițiat cercetări în legătură cu cazanele de abur de debit mic și mijlociu. Valorificînd ideile originale ale lui Traian Vuia și pentru a pune la îndemîna economiei naționale un agregat adecvat anumitor domenii de utilizare în scopuri energetice și tehnologice, Institutul a proiectat pe baza acestor cercetări un prototip de cazan Vuia modificat, de 1 t/h, care a fost fabricat și este în curs de omologare. Cum rezultatele de pînă acum sînt pozitive, se prevede ca după terminarea probelor să se treacă la fabricarea lui în serie. Cazanul aduce economii importante de metal și prezintă, față de cazanele de aceeași putere, o creștere cu 13% a randamentului. El este apt atît pentru funcționarea cu combustibil lichid cît și cu combustibil gazos. În Planul Tehnic de Stat pe anul 1959 se prevede proiectarea și construirea unui cazan Vuia modificat, de 3 t/h, cu asistența tehnică a Institutului.

În domeniile electroenergeticii și industriei electrotehnice, Institutul a adus contribuții prin cercetările efectuate asupra regimurilor de funcționare a sistemelor electroenergetice interconectate, prin stabilirea metodicii de proiectare a unor mașini și utilaje însușite ulterior de industria noastră electrotehnică.

Una dintre cele mai prețioase contribuții a Institutului privitoare la funcționarea sistemelor electroenergetice este legată de studiul supratensiunilor prelungite în rețele cu neutru izolat și de metodele de tratare a neutrului. În acest domeniu lucrările care au fost distinse cu premiul de stat pe anul 1955 au fost folosite de I.S.P.E. pentru întocmirea normelor de tratare a neutrului precum și la întocmirea proiectelor diferitelor rețele din țară. De asemenea, s-a elaborat o nouă metodă de calculul stabilității statice și apoi de calculul stabilității dinamice și regimurilor de funcționare a rețelelor electrice; s-a inventat, proiectat și realizat un analizor grafic pentru studiul regimurilor rețelelor electrice, care a fost generalizat și aplicat pe scară largă de Departamentul energiei electrice.

Cercetările privitoare la aceste două probleme sînt cunoscute, comentate și apreciate unanim peste granițele țării; la cerere, lucrările au fost înaintate în U.R.S.S. și ele vor fi trimise tuturor țărilor cu care sîntem în colaborare tehnico-științifică; ele au constituit și obiectul

unor comunicări la Conferințe internaționale, în anii 1956 și 1958.

Pe baza cercetările efectuate în Institut, a fost proiectată și realizată o mașină analogică de calcul, cu performanțe comparabile cu mașinile similare din străinătate, care permite rezolvarea nu numai a problemelor de cercetare din Institut, ci și a problemelor ridicate de producție în legătură cu proiectarea instalațiilor de automatizare, cu analiza regimurilor tranzitorii din sistemele electroenergetice etc.

Lucrările inițiate de Institut în ultimii ani, în prezent în curs de elaborare, cu privire la inventarierea și valorificarea surselor de energie ale țării, cu privire la arderea și rațională utilizare a combustibililor lichizi și gazoși, cu privire la interconecțiunea sistemului nostru electroenergetic cu cele ale țărilor vecine etc. arată că aportul direct al Institutului în dezvoltarea energeticii noastre este în continuă creștere.

Axîndu-și eforturile asupra rezolvării principalelor probleme ridicate de asigurarea bazei energetice necesare dezvoltării economiei noastre naționale, cercetătorii Institutului de energetică vor contribui, în strînsă legătură cu ceilalți tehnicieni din industrie și împreună cu toți oamenii muncii din țara noastră, la ridicarea nivelului de trai material și cultural al poporului nostru.

Economia de energie — factor important în realizarea ritmurilor ridicate de creştere în economia naţională

Ing. *C. NAGY* și ing. *V. CARACUDOVICI*

Din materialele prezentate la Congresul al XXI-lea al P.C.U.S., cît și din raportul tovarășului Gh. Gheorghiu-Dej la plenara C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie 1958, reiese evident, ca o caracteristică fundamentală a următoarei perioade, asigurarea unor ritmuri înalte de creștere pentru economia socialistă, ritmuri care să asigure depășirea economică a țărilor capitaliste cele mai avansate într-un termen scurt.

Din studiile întreprinse în Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. și în alte părți, a rezultat o corelație foarte strînsă între creșterea producției industriale și a producției de energie primară. Prin urmare, producția de combustibil și energie electrică și necesitățile de energie ale țării în general trebuie să crească rapid pentru a asigura dezvoltarea neperturbată a tuturor celorlalte ramuri ale economiei naționale.

Creșterea producției de energie de orice fel este legată nu numai de cheltuieli curente de producție care în general sînt mici, ci în special de eforturi de investiții mari în instalații noi sau în extinderea celor existente, care natural că absorb o parte din economiile altor ramuri ale producției.

Pentru acoperirea necesarului de energie se întrevăd două căi, pe de o parte investiții considerabile în instalații pentru extragerea combustibilului și producerea de energie electrică (mine carbonifere, cîmpuri petrolifere și de gaz metan, centrale electrice etc.), iar pe de altă parte gospodărirea rațională a energiei la consumatori.

Gospodărirea rațională a energiei presupune utilizarea formelor și purtătorilor de energie celor mai adecvate pentru procesele respective, utilizarea resurselor energetice secundare, ridicarea randamentelor energetice ale instalațiilor consumatoare și eliminarea oricărei risipe de energie. Întreprinderile consumatoare de energie, pînă nu de mult, nu au acordat suficientă atenție problemei economiei de energie, fiind preocupate îndeosebi cu îndeplinirea planului de producție, cu economia de materii prime și auxiliare etc. Economia de energie, ca metodă pentru reducerea prețului de cost, paralel cu celelalte economii și ca atare ca metodă care contribuie la ridicarea continuă a nivelului de trai, nu a fost privită cu suficientă atenție.

Deosebit de important este efectul pe care-l au economiile de energie asupra investițiilor noi. Astfel, de exemplu, economisirea unui procent din consumul total de energie primară echivalează cu producția unei mine de cărbuni de mărime medie, sau, cu alte cuvinte, economisirea procentului respectiv poate elimina investițiile pentru deschiderea unei mine noi echivalente, sau extinderea instalațiilor existente. Economiile de un procent la producția de energie electrică realizată în 1958 reprezintă producția unei centrale de $10 \div 20$ MW sau în același mod economisirea investițiilor pentru o putere instalată corespunzătoare.

Studiile efectuate pînă acum de Institutul de Energetică, de Oficiul de Stat pentru Energie și de filialele și cercurile ASIT au arătat că cel puțin în faza actuală economiile de $2 \div 3\%$ la consumul de energie electrică și $5 \div 10\%$ la consumul de combustibil sînt realizabile fără investiții esențiale. În afară de acestea, se pot face economii mai esențiale, legate însă de eforturi de investiții, de introducerea tehnicii noi, de automatizare etc.

Problema reducerii prețului de cost nu trebuie privită numai pe întreprindere ca unitate independentă, ci în ansamblu, pe întreaga economie națională. Dacă la unele produse, ponderea consumului de energie în prețul de cost relativ redusă, deci economiile de energie au o influență mai mică asupra acestui factor, sînt însă multe produse la care prețul energiei acoperă o parte importantă din prețul de cost,

jucînd astfel un rol hotărîtor în formarea lui. De exemplu, produsele prin electroliză și electrotermie (aluminiu, carbid, sodă caustică, feroaliaje, oțeluri electrice), produsele siderurgice, materialele de construcție, materialele plastice etc., sînt mari consumatoare de energie și intră cu pondere mare în prețul de cost. Din raportul tovarășului Gh. Gheorghiu-Dej la plenara din noiembrie 1958, reiese că tocmai acestor ramuri energointensive li se va da o dezvoltare mare în viitor și în consecință problemei economiilor de energie trebuie să i se acorde o importanță și mai mare pe viitor.

Pentru o gospodărire rațională a energiei este necesar să se cunoască detaliat unde și cîtă energie se consumă. Numai cu o evidență bine organizată se poate trece la o urmărire continuă a utilizării energiei, la detectarea și înlăturarea oricăror forme de risipă, la cointeresarea eficientă a muncitorilor, tehnicienilor și inginerilor în gospodărirea energiei, la crearea unor acțiuni de masă pentru economii în general.

În acest domeniu sînt astăzi lipsuri, atît în ceea ce privește aparatajul necesar cît și în partea scriptică a evidenței, lipsuri care condiționează o gospodărire rațională a energiei și care trebuie înlăturate cît mai grabnic.

Unul dintre elementele de bază pentru organizarea și planificarea producției și consumului de energie este normarea tehnică a consumurilor specifice de energie pe produs, normare care trebuie să aibă la bază metode și studii științifice. Normele energetice sînt acelea care mobilizează masele de muncitori, tehnicieni și ingineri pentru evitarea risipei de energie și pentru ridicarea nivelului tehnic al industriei privit din punct de vedere energetic. Ele sînt însă foarte strîns legate de evidența corectă a tot ceea ce se produce și se consumă în fiecare fază a proceselor tehnologice.

Rolul principal în economisirea energiei revine energeticienilor din industrie, care în colaborare cu tehnologii pot să organizeze acțiuni pentru determinarea, normarea progresivă și reducerea consumurilor specifice de combustibil și energie — ceea ce în ultimă formă se concretizează în economii importante de energie. Un rol deosebit revine și cercurilor ASIT care trebuie să fie motorul acțiunilor de acest gen, cu atît mai mult cu cît această acțiune cere o pregătire tehnică ridicată, o cunoaștere profundă a energeticii, tehnologiei și organizării procesului de producție.

Posibilitățile de a realiza economii de energie prin efortul comun al energeticienilor, tehnologilor și cercurilor ASIT din întreprinderi sînt însemnate : astfel, în tabela următoare se arată procentual posibilitățile de reducere descoperite prin studii de teren și realizări actuale :

Aceste date sînt cîteva exemple spicuite la unele întreprinderi mai mari din țară.

Tabela 1

Intreprinderea	Economii posibile		Economii posibile fără investiții		Economii realizate	
	Energie electrică %	Combustibil %	Energie electrică %	Combustibil %	Energie electrică %	Combustibil %
Ianoș Herbak	100	100	10	87	100	78
Steaua Roșie	100	100	100	100	83	69
Combinatul Siderurgic Hunedoara	100	100	82	73	33	2
Carbochim	100	100	39	—	26	—
Ciment „Turda"	100	100	67	63	6	6
Industria Sîrmei	100	100	46	—	3	—

Încă din 1953, secția de Energetică Generală din Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. a început să se preocupe de problema analizei, normării și reducerii consumului specific de energie.

Prin studiile concrete efectuate în diferite ramuri industriale, prin metoda stabilită și prin consfătuirile pe țară organizate în colaborare cu Consiliul Central ASIT, s-a căutat să se formeze o preocupare în această direcție, o concepție energetică nouă a tuturor lucrătorilor din industrie.

În acest articol s-a căutat să se arate rolul energeticienilor în dezvoltarea industriei noastre și contribuția lor la asigurarea ritmurilor mari de creștere, care ne stau în față pentru cîștigarea întrecerii economice dintre socialism și capitalism.

Dezvoltarea producţiei şi consumului de energie în R.P.R.

Prof. *M. BERCOVICI*, membru corespondent al Acad. R.P.R, ing. *C. NAGY* şi econ. *S. MANEA*

Hotărîrile plenarei C.C. al P.M.R. din noiembrie 1958 au pus un deosebit accent pe problema ritmurilor de creştere a economiei naţionale. Din aceste hotărîri reiese clar că o parte importantă a creşterii producţiei industriale trebuie obţinută din mărirea productivităţii muncii, care la rîndul ei se obţine prin consumuri sporite de energie. În acelaşi timp, se pune accent mare pe dezvoltarea industriei chimice şi a altor ramuri mari consumatoare de energie. Se conturează probleme ca electrificarea căilor ferate, ameliorări agricole prin irigare şi desecare şi multe alte obiective economice paralel cu o creştere masivă a nivelului de trai al populaţiei care toate vor avea ca urmare o urcare sensibilă a consumului şi producţiei de energie în ţara noastră.

Întrecerea paşnică între sistemul socialist şi capitalist a cărei importanţă s-a conturat deosebit de clar în hotărîrile luate la Congresul al XXI-lea al P.C.U.S. impune şi ea ritmuri care se vor putea realiza numai dacă se va da toată atenţia cuvenită problemelor de producţie şi în special problemelor producţiei de energie şi unui regim strict de combaterea oricărei risipe în acest domeniu.

În perioada regimului de democraţie populară, energetica din ţara noastră a cunoscut o dezvoltare neîntîlnită în trecut, ceea ce se oglindeşte foarte clar în fig. 1—3 [1] [2].

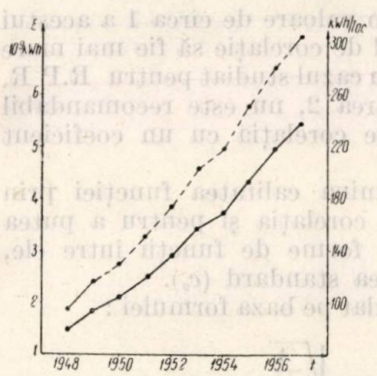


Fig. 1

—— producţia totală de energie electrică.
------ producţia de energie electrică pe cap de locuitor.

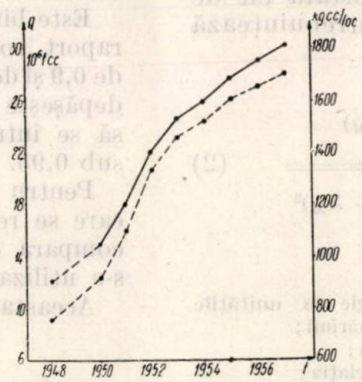


Fig. 2.

—— producţia totală de energie primară.
------ producţia de energie primară pe cap de locuitor.

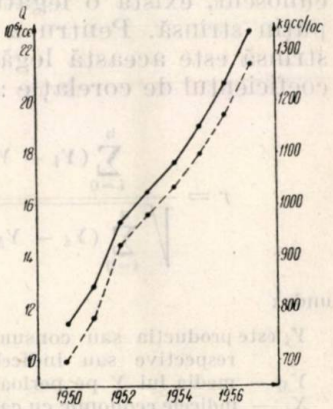


Fig. 3.

—— consum total de energie primară.
------ consum de energie primară pe cap de locuitor.

Între anii 1948—1957, producţia de energie electrică a crescut de 3,6 ori, producţia de energie primară de 2,5 ori, iar consumul de energie primară între 1950—1957, de 2 ori.

În aceeaşi perioadă, indicele producţiei industriale a crescut de 4,2 ori, indicele productivităţii muncii de 2,3 ori, indicele venitului naţional de 2,3 ori şi indicele produsului social de 2 ori [1], [3].

Pentru a înţelege situaţia energetică a ţării noastre nu este suficient să comparăm cifre absolute care în momentul de faţă sînt încă sub nivelul multor ţări europene, ci este mai important să scoatem la iveală tendinţele de dezvoltare a energeticii noastre. În tabela 1 se dă media ritmului mediu anual de creştere în procente pentru perioada 1949—1956 pentru R.P.R. şi o serie de ţări capitaliste [1], [2],[4], [5], [6].

La comparaţie nu s-au luat în considerare ţările mari industriale din vest, care au ritmuri medii anuale de creştere şi mai mici (5—7% la energia electrică şi 3 — 4,5% la energia primară).

Ritmurile înalte de creştere a producţiei şi consumului de energie în ţara noastră fac ca Romînia să lase în urmă din an în an tot mai multe ţări capitaliste în ceea ce priveşte aceşti indici atît ca mărime absolută, cît şi raportaţi pe cap de locuitor.

Pe baza studiilor efectuate în legătură cu dinamica producţiei şi consumului de energie în R.P.R., cu ajutorul metodelor statistico-matematice, a reieşit că corelaţiile acestor mărimi cu unii indici economici sintetici, ca indicele producţiei industriale, productivitatea muncii, venitul naţional şi produsul social pentru perioada 1948—1957 sînt esenţiale.

Tabela 1

Media ritmului mediu de creştere în %

Ţara	Producţia de energie electrică	Producţia de energie primară	Consumul de energie primară *)
R.P.R.	16,1	11,8	10,4
Austria	10,4	11,9	7,1
Belgia	5,2	1,4	3,8
Elveţia	4,9	4,8	8,6
Italia	7,8	8,9	11,3
Olanda	10,6	1,7	5,8
Spania	11,2	4,9	6,9

*) Pentru R.P.R. perioada este 1951—1957, pentru restul ţărilor perioada este de 1950—1955.

În ce măsură se poate admite că aceste funcţii rămîn valabile şi pentru viitorii 10—15 ani,

adică în ce măsură în economia noastră socialistă ritmurile de creștere vor avea tendințe asemănătoare cu cele ale producției și consumului de energie din trecut, urmează a fi verificat prin prognozele obținute pentru consumurile specifice de energie utilizînd metoda analitică.

Studiul dinamicii consumului și producției de energie utilizînd metoda corelațiilor dă o precizie mult mai mare într-o economie socialistă planificată, unde variația indicilor economici are o tendință continuă crescătoare la fel ca și producția și consumul de energie și nu sînt supuși variației în salturi complet neprevizibile a conjuncturii economiei capitaliste. Asemenea corelații, completate cu studiile de dinamica consumurilor specifice, pot da informații prețioase despre dezvoltarea consumului de energie într-o perioadă viitoare.

La stabilirea corelațiilor între o mărime energetică și un indice economic, trebuie de fapt stabilit o funcție :

$$y = f(X). \qquad (1)$$

Această funcție se obține pe baza faptului că între $y=f(t)$ și $X=f(t)$, pentru un interval cunoscut, există o legătură mai mult sau mai puțin strînsă. Pentru a putea constata cît de strînsă este această legătură, se întrebuințează coeficientul de corelație :

$$r = \frac{\sum_{i=0}^{n} (Y_i - Y_M)(X_i - X_M)}{\sqrt{\sum_{i=0}^{n} (Y_i - Y_M)^2 \sum_{i=0}^{n} (X_i - X_M)^2}} \qquad (2)$$

unde :

Y_i este producția sau consumul de energie în unitățile respective sau indicele acestei mărimi ;
Y_M — media lui Y pe perioada respectivă ;
X_i — indicele economic cu care se face corelația ;
X_M — media lui X pe perioada respectivă.

Acest coeficient de corelație arată însă numai cît de strînsă este o corelație, nu spune însă nimic despre forma funcției în care se concretizează aceasta.

Coeficientul de corelație poate varia între 0 și 1. Valoarea 0 indică că nu există nici o legătură între mărimile corelate, iar valoarea 1 arată că există o funcționalitate strînsă între mărimile respective.

Din punct de vedere al valorii concrete a acestui coeficient la care corelația mai poate fi considerată suficient de strînsă, nu se poate stabili o normă generală. Această valoare minimă depinde de :

— scopul pentru care se stabilește corelația, adică de precizia care se urmărește și care poate fi foarte diferită de la caz la caz ;

— raportul între intervalul extrapolat pe baza funcției de corelație și intervalul cunoscut. Acest raport (γ) va fi :

$$\gamma = \frac{X_3 - X_2}{X_2 - X_1} \qquad (3)$$

unde :

$X_2 - X_1$ este intervalul cunoscut ;
$X_3 - X_2$ — intervalul pentru care se face extrapolarea.

În măsura în care crește acest raport scade precizia extrapolării și în consecință va fi necesar ca această scădere să fie compensată, cel puțin în parte, de o corelație mai strînsă în intervalul cunoscut.

Este bine ca la o valoare de circa 1 a acestui raport, coeficientul de corelație să fie mai mare de 0,9 și deoarece în cazul studiat pentru R.P R. depășește și valoarea 2, nu este recomandabil să se întrebuințeze corelația cu un coeficient sub 0,95.

Pentru a determina calitatea funcției prin care se reprezintă corelația și pentru a putea compara diferitele forme de funcții între ele, s-a utilizat abaterea standard (c_v).

Aceasta s-a calculat pe baza formulei :

$$c_v\ \% = \frac{\sqrt{\frac{A}{n}}}{M} \cdot 100 \qquad (4)$$

unde :

A este suma pătratelor abaterilor ;
n — numărul punctelor date ;
M — media mărimii pentru care se calculează funcția și abaterea

Coeficienții de corelație și abaterile standard pentru R.P.R. *Tabela 2*

Indicele	Indicele corelat cu:					
	Producția de energie electrică (E)		Producția de energie primară (Q)		Consumul de energie primară (Q')	
	coeficient de corelație	abaterea standard %	Coeficient de corelație	abaterea standard %	coeficient de corelație	abaterea standard %
Indicele producției industriale (I)	0,990	1,03	0,998	3,83	0,997	1,60
Indicele productivității muncii (P)	0,987	3,58	0,979	5,07	0,997	1,90
Indicele venitului național (V)	0,957	8,88	0,975	5,97	0,957	6,09
Indicele venitului național din industrie (V_{ind})	0,987	3,47	0,985	4,15	0,993	2,41
Indicele produsului social (P_s)	0,977	3,85	0,986	2,88	0,984	3,99

În tabela 2 se dau pentru R.P.R. coeficienții de corelație și abaterile standard ale funcțiilor față de punctele reale [1], [2], [3].

Se vede că corelațiile cele mai bune s-au obținut cu indicele producției industriale, care deși are dificiența înregistrărilor duble, din cauza cooperării între întreprinderi, are totuși un caracter stabil. Întrucît aceasta se va menține și în viitor, structura indicelui într-o perioadă nu prea lungă nu se va schimba esențial.

Se observă că și corelațiile cu indicele productivității muncii sînt foarte bune, lucru care este și firesc, întrucît creșterea productivității muncii este condiționată în largă măsură de o înzestrare energetică mai pronunțată a muncii în toate ramurile producției.

Venitul național reprezintă suma tuturor valorilor nou create în timpul unui an, iar produsul social, suma produsului global al ramurilor producției materiale. Acești doi indici au dat corelații mai puțin strînse din cauză că producția agricolă, care are o influență destul de mare asupra lor, este încă în funcție de variațiile climaterice. Din același motiv, corelațiile cu venitul național din industrie sînt mai strînse.

Se observă și de aici că dezvoltarea energeticii în R.P.R. este în mod hotărîtor determinată de dezvoltarea industriei țării.

La baza tuturor calculelor din acest articol au stat corelații de forma :

$$E = c_o + c_1 X + c_2 X^{\alpha} \quad (5)$$

$$E = (c_0 + c_1 X)\beta^t \quad (6)$$

$$Q = c_0 + c_1 X + c_2 X^{\alpha} \quad (7)$$

$$Q = c_0 + c_1 X^{\alpha} \quad (8)$$

$$Q = (c_0 + c_1 X)\ \alpha^{-t} \quad (9)$$

unde :

c_0, c_1, c_2 sînt constante determinate pe baza metodei minimelor pătratelor ;

X — indicele economic sintetic ;

α — un exponent constant obținut pe baza calculelor care în funcțiile (5) și (7) are valori supraunitare, iar în funcția (8) subunitare ;

β — o constantă care reprezintă cota parte cu care crește sau scade consumul de energie electrică sau energia primară în funcție de timp, independent de variația indicelui economic respectiv ;

t — numărul anilor față de un an de bază ales arbitrar.

Pe baza acestor corelații s-a putut analiza în ce măsură trebuie să crească producția și consumul de energie raportat la o creștere a diferiților indici. S-au calculat creșterile corespunzătoare lui E, Q și Q' pentru o creștere cu 50%, respectiv 100% a diverșilor indici economici sintetici.

O succintă analiză a valorilor din tabela 3 arată că mărimea raporturilor pentru creșterile de 50% a indicilor la producția energiei electrice variază între 1,7 și 2,1, pentru producția de energie primară între 1,26 și 1,40, iar la consumul de energie primară între 1,30 și 1,45, aceleași mărimi pentru o creștere de 100 % a indicelui vor căpăta valori între 2,50—3,60 ; 1,40—1,70 și 1,50—1,85, ceea ce arată că producția de energie electrică trebuie să crească mai repede decît indicii respectivi, iar producția de energie primară mai încet. De aici și din studierea mai atentă a formelor curbelor $E=f(X)$ și $Q = f(X)$ reiese că regresiile de forma :

$$E = c_0 + c_1 I \quad (10)$$

sau :

$$Q = k_0 + k_1 I \quad (11)$$

destul de des întîlnite în literatură, nu pot asigura cu o exactitate acceptabilă pentru o perioadă mai lungă variația producției și consumului de energie pentru R.P.R.

Același lucru reiese și din cifrele de control date de tov. N. S. Hrușciov la Congresul al XXI-lea al P. C. U. S. În cursul septenalului producția industrială va crește de 1,8 ori, venitul național de 1,62—1,65 ori, productivitatea muncii de 1,45—1,50 ori, iar producția de energie electrică de 2,14—2,23 ori [7].

De aici rezultă că funcțiile $E = f(X)$ au concavitate spre axa ordonatelor, iar $Q = f(X)$ au concavitatea spre axa absciselor. Pentru a obține o aproximare apropiată de tendințele reale de dezvoltare este recomandabil de a întrebuința procedeele statisticii matematice și de a alege corelații de forma ecuațiilor (5), (6) (7), (8) și (9), a căror calculare este mult mai laborioasă decît a unor regresii lineare, dar dau abateri mult mai mici față de perioada cunoscută.

Se poate presupune că și pentru viitor se obțin abateri de asemenea mai mici decît la forma lineară.

În tabela 4 este redată cota din producția și consumul de energie primară pentru producerea energiei electrice între 1938—1957 în R.P.R. [1], [2].

Pentru Europa (fără U.R.S.S.), cît și pe plan mondial, consumul de energie electrică reprezintă o pondere tot mai mare din consumul

Tabela 3

Creșterea producției de energie electrică, a producției și consumului de energie primară corespunzătoare la o creștere cu 50 și 100 % a indicelui economic sintetic

Creșterea / indicele	50%			100%		
	E	Q	Q'	E	Q	Q'
I	1,74—1,76	1,26—1,32	—	2,58—2,62	1,45—1,55	—
P	2,00—2,10	1,30—1,38	1,40—1,45	3,40—3,60	1,50—1,70	1,70—1,85
V	1,85—1,90	1,30—1,40	1,35—1,40	2,90—3,00	1,40—1,70	1,70—1,80
V_{ind}	1,70—1,75	1,26—1,30	1,30—1,35	2,50—2,60	1,45—1,50	1,50—1,65
P_s	—	1,28—1,34	1,35—1,40	—	1,55—1,65	1,70—1,80

total de energie, după cum reiese din cifrele redate în tabela 5 [8], [9].

Din cele expuse mai sus se vede că există o tendință generală de creștere a ponderii energiei electrice în economia energetică în majoritatea

Tabela 4

Ponderea producției de energie electrică % din producția și consumul de energie primară în R.P.R.

Anul	1938	1948	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Producția de energie electrică din producția primară	5,31	9,36	10,60	10,26	9,80	10,43	10,73	11,30	11,61	11,38
Producția de energie electrică din consumul de energie primară	—	—	13,90	14,40	14,10	15,50	15,70	16,50	16,30	15,20

țărilor și în același timp o creștere absolută a consumului de energie primară și a descreșterii relative a acesteia față de volumul producției, venitului național etc.

Aceasta este în legătură cu electrificarea tot mai pronunțată a proceselor de producție, cu tendința de mecanizare și a pătrunderii tot mai adînci a întrebuințării energiei electrice în viața societății contemporane. Creșterea continuă a ponderii energiei electrice se va menține și după apariția energiei nucleare cel puțin la începutul așa-zisei ere atomice. Datele expuse mai sus dovedesc încă o dată importanța planului de electrificare și rolul mereu crescînd al energeticii în țara noastră.

Creșterea vertiginoasă a consumurilor de energie în țara noastră și creșterea ponderii energiei electrice în prețul de cost, îndeosebi prin trecerea la o serie de procese mari consumatoare de energie, impun ca în viitor să se dea o atenție mult mai mare problemei economiilor de energie electrică și de căldură. Respectarea normelor de consum specific în industrie, introducerea unor norme tehnice noi, bine studiate în acest domeniu, devine una dintre cerințele importante pentru a putea obține ritmuri înalte de creștere în economia noastră. Nu trebuie uitat nici un moment că consumul de energie intervine nu numai prin ponderea lui în prețul de cost care se exprimă prin prețul energiei, ci în același timp pentru fiecare 4—5000 kWh consumate în plus trebuie să se facă investițiile necesare pentru 1 kW instalat în centrale electrice și pentru fiecare tonă de combustibil, investițiile respective pentru instalațiile și munca necesară extragerii acestor combustibili.

Într-o societate socialistă și îndeosebi în perioada construcției socialismului, eficacitatea investițiilor joacă un rol foarte mare din punct de vedere al ritmului de dezvoltare. Iată unele dintre motive, pentru care problemei consumurilor specifice de energie trebuie să i se dea o atenție mai mare decît pînă acum.

La baza întrecerii pașnice cu țările capitaliste stă problema ridicării mai rapide a productivității muncii în țările socialiste și chiar din cele

Tabela 5

Energie electrică din total energie %

Europa fără U.R.S.S.	1925	1929	1937	1949	1951	1953	1954	1955
	6	8	11	17	19	20	21	22
	1930		1940		1950		1953	
Mondială	2,0		3,0		4,3		5,4	

cîteva elemente expuse în acest articol reiese clar că problema ridicării productivității muncii se leagă inseparabil de creșterea înzestrării energetice a economiei naționale.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x : *Anuarul statistic al R.P.R. 1958*, pag. 64, 67, 69, 88—89, 96—97, 100—101, 105.

[2] Saphier I, Boico V: *Considerații asupra corelației dintre consumul de energie și producția industrială în R.P.R.* Energetica nr. 6—1957 pag. 285.

[3] x x x : *Dezvoltarea producției industriale în țările europene de democrație populară Probleme economice (Voprosî ekonomiki)* pag. 125—144.

[4] x x x : *Anuarul statistic O.N.U.* 1956.

[5] Ronseberg M: *Unele aspecte ale producției de energie primară în Europa.* Energetica nr. 8—1958

[6] Rosenberg M.: *Unele aspecte ale consumului și balanței de energie primară în Europa* . Energetica nr. 9—1958.

[7] Hrușciov N. S. *Cu privire la cifrele de control ale dezvoltării economiei naționale a U.R.S.S. pe 1959—1965.* Raport prezentat de tov. N. S. Hrușciov la Congresul XXI al P.C.U.S.

[8] x x x : *Situația energiei electrice în Europa în 1955.* O.N.U. E/ECE 236 Geneva 1957

[9] x x x : *Energia nucleară în bilanțul energetic mondial viitor* Conferința de la Geneva 1955 — raport P 1116

Echivalența și eficacitatea economică a proceselor energo-intensive

Ing. ADRIAN DUMITRESCU, ing. MARIUS ELEFTERESCU și ing. ȘTEFAN KOVACS

Consumul mondial de energie primară în ultimul deceniu nu numai că a crescut foarte mult, ci, parțial, s-a și deplasat de la cărbune la țiței, gaze și energie hidraulică. În timp ce acum cîteva decenii întreaga producție de energie primară se baza pe cărbuni și lemn, azi ea provine circa 45 (55)% din combustibili solizi (din care 33 (42)% huilă), circa 50 (42)% din țiței și gaze și circa 5 (3)% hidraulic; cifrele din paranteză se referă la anul 1952.

Această evoluție se datorește faptului că, pe de o parte, cărbunele este din ce în ce mai scump, iar, pe de altă parte, că obținerea energiei din ceilalți purtători de energie primară este mai avantajoasă și mai practică.

Evoluția afectează în primul rînd acele procese energo-intensive care folosesc cărbunele. Printre acestea se pot menționa procesele tehnologice pentru producerea fontei, oțelului, cimentului, procesele de încălzire (cuptoarele industriale de ex. pentru laminoare, forje etc. și de încălzire centrală a clădirilor industriale sau civile), precum și tracțiunea feroviară.

Dezvoltarea industriei chimice, precum și tendința de electrificare a proceselor termo-tehnologice, energo-intensive, tendință justificată prin avantajele ce le oferă, conduce la înlocuirea în agregatele tehnologice a energiei termice obținute direct din purtătorii de energie primară, prin energia electrică obținută în condiții avantajoase (hidraulic, termic din combustibili inferiori, ieftini și în viitor din combustibil nuclear).

Electrometalurgia și electrochimia reprezintă procesele tehnologice energo-intensive ale acestei evoluții.

În procesele energo-intensive energia intervine cu o pondere importantă în prețul de cost; în consecință prețul de cost unitar p al unui produs sau unei prestații, la un anumit moment, poate fi exprimat printr-o relație de forma:

$$p = q\,\sigma_q - q'\,\sigma'_q + w\,\sigma_w + k \qquad (1)$$

în care:

q este consumul specific de combustibil în agregat;
q' — energia termică specifică recuperată și care nu mai este reintrodusă în agregat;
w — consumul specific de energie electrică;
σ_q — costul unitar al combustibilului pentru producerea energiei termice necesare agregatului;
σ'_q — costul unitar al energiei termice recuperate;
σ_w — costul unitar al energiei electrice;
k — restul prețului de cost cuprinzînd costul materiilor prime și auxiliare, salariile directe, cheltuielile secțiilor de producție și cele generale ale întreprinderii, precum și amortismentul.

Consumurile specifice q și w considerate constante la o anumită etapă pot varia în timp după anumite legi ce pot fi stabilite pe ramura respectivă de producție [1], după cum și prețurile unitare σ au legea lor economică de variație.

Introducînd notațiile:

$m = \dfrac{q'}{q}$ — raportul dintre energia termică specifică recuperată și care nu mai este reintrodusă în agregat și consumul specific de combustibil ($0 \leqslant m < 1$)

$n = \dfrac{\sigma'_q}{\sigma_q}$ raportul prețurilor unitare ale celor două energii termice

relația (1) devine:

$$p = (1 - mn)\,q\,\sigma_q + w\,\sigma_w + k. \qquad (2)$$

Avînd în vedere că, pentru un anumit proces sau prestație energo-intensivă, m și n sînt constante, rezultă că $1 - mn = s = \text{constant}$ (specific agregatului și combustibilului folosit în el) și deci expresia (4) poate fi scrisă sub forma:

$$p = sq\,\sigma_q + w\,w\sigma_w + k \qquad (3)$$

Pentru fiecare agregat și corespunzător unei anumite etape, s, q, w și k sînt constante cunoscute, prețul de cost p este o funcție liniară de σ_w, expresia (3) reprezentînd o familie de drepte paralele, pentru diversele valori ale parametrului σ_q, adică pentru diversele costuri unitare ale combustibilului și energiei electrice.

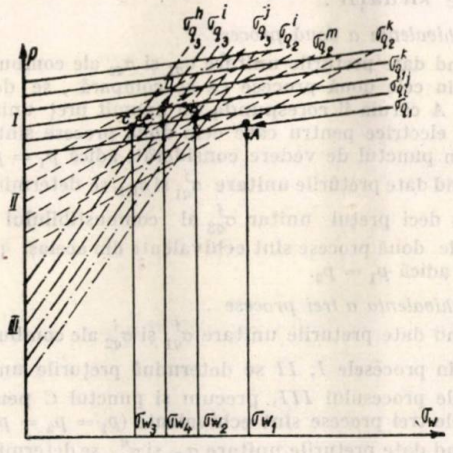


Fig. 1. Echivalența proceselor energo-intensive din punctul de vedere al prețului de cost.

Ținînd seama de orientarea energetică actuală, se impune compararea și analizarea condițiilor de echivalență economică ale agregatelor, respectiv proceselor de adoptat în etapa considerată, pentru fabricarea unui anumit produs sau executarea unei anumite prestații, care reclamă procese energo-intensive.

În acest scop trebuie a se lua în considerare atît economicitatea exploatării procesului energo-intensiv reflectată în prețul de cost unitar, cît și efortul financiar pentru realizarea obiectivului propus, precum și eficacitatea investițiilor.

Se consideră prestația sau produsul A, ce se poate obține de exemplu prin trei procese energo-intensive *I*, *II* și *III* care reclamă 3 agregate deosebite I_A, II_A și III_A.

Prețurile de cost ale produsului, respectiv prestației ce se va obține, vor fi :

$$\begin{aligned} p_1 &= s_1 q_1 \sigma_{q1} + w_1 \sigma_w + k_1 \\ p_2 &= s_2 q_2 \sigma_{q2} + w_2 \sigma_w + k_2 \\ p_3 &= s_3 q_3 \sigma_{q3} + w_3 \sigma_w + k_3 \end{aligned} \qquad (4)$$

Cunoscîndu-se consumurile specifice q și w, precum și valorile s și k pentru agregatele luate în considerare, se pot trasa familiile, respectiv fasciculele de drepte *I*, *II* și *III*, ce reprezintă prețurile de cost unitare p_1, p_2 și p_3 în funcție de costul unitar σ_w al energiei electrice și corespunzător diverselor valori ale prețurilor combustibililor (fig. 1).

Cu ajutorul diagramei din fig. 1 se pot rezolva probleme privind echivalența și compararea din punctul de vedere al prețului de cost a diverselor procese sau prestații energo-intensive luate în considerație.

Echivalența economică

În cazul urmăririi echivalenței din punctul de vedere al prețului de cost, pot apărea următoarele situații :

a) *Echivalența a două procese*

1) fiind date prețurile unitare σ_{q1} și σ_{q2} ale combustibililor folosiți în cele două procese ce se compară , se determină punctul *A* căruia îi corespunde un anumit preț unitar σ_w al energiei electrice pentru care cele două procese sînt echivalente din punctul de vedere considerat, adică $p_1 = p_2$;

2) fiind date prețurile unitare σ^j_{q1} și σ_{w2}, se determină punctul *B* și deci prețul unitar σ^j_{q3} al combustibilului pentru care cele două procese sînt echivalente din același punct de vedere, adică $p_1 = p_3$.

b) *Echivalența a trei procese*

1) fiind date prețurile unitare σ^j_{q1} și σ^i_{q2} ale combustibililor folosiți în procesele *I*, *II* se determină prețurile unitare σ^h_{q3} și σ_{w3} ale procesului *III*, precum și punctul *C* pentru care toate cele trei procese sînt echivalente ($p_1 = p_2 = p_3$) ;

2) fiind date prețurile unitare σ_{w4} și σ^k_{q1}, se determină punctul *D* și deci prețurile unitare σ^i_{q2} și σ^i_{q3} pentru care toate cele trei procese sînt echivalente ($p_1 = p_2 = p_3$).

În general diagrama din fig. 1 permite a se determina nivelul prețurilor energiei electrice și combustibililor folosiți în n procese luate în considerație și pentru care aceste procese sînt echivalente din punctul de vedere al prețului de cost.

Pentru cazul cînd prețurile combustibililor folosiți în cele trei procese energo-intensive luate în considerație, se pot exprima în raport cu prețul unui aceluiași combustibil, adică $\sigma_q = \lambda\sigma$ (de exemplu prețurile benzinei, motorinei, păcurii exprimate în raport cu prețul țițeiului), λ fiind o constantă caracteristică combustibilului de referință, expresia prețului de cost va fi :

$$p = s\,\lambda_q\,\sigma + w\,\sigma_w + k \qquad (5)$$

sau notînd : $s\lambda = r$

$$p = r\,q\,\sigma + w\,\sigma_w + k \qquad (6)$$

și deci celor trei procese energo-intensive le vor corespunde următoarele prețuri de cost :

$$\begin{aligned} p_1 &= r_1 q_1 \sigma + w_1 \sigma_w + k_1 \\ p_2 &= r_2 q_2 \sigma + w_2 \sigma_w + k_2 \\ p_3 &= r_3 q_3 \sigma + w_3 \sigma_w + k_3 \end{aligned} \qquad (7)$$

Dreptele celor trei fascicole *I*, *II* și *III* corespunzînd aceluiași σ, se intersectează două cîte două în diverse puncte ce se găsesc pe dreptele *I-II*, *II-III* și *III-I* ; de-a lungul acestor drepte este îndeplinită condiția de echivalență economică a celor 3 procese energo-intensive, luate cîte 2, adică :

$$p_1 = p_2 \qquad p_2 = p_3 \qquad p_3 = p_1$$

pentru diversele valori ale lui σ și σ_w.

Prin eliminarea parametrului σ din relațiile (7), rezultă ecuațiile dreptelor *I*—*II*, *II*—*III* și *III*—*I*

$$\begin{aligned} &I\text{—}II \quad (r_1 q_1 - r_2 q_2)p + (w_1 r_2 q_2 + w_2 r_1 q_1)\,\sigma_w + \\ &\qquad + (k_1 r_2 q_2 - k_2 r_1 q_1) = 0 \\ &II\text{—}III \quad (r_2 q_2 - r_3 q_3)p + (w_2 r_3 q_3 + w_3 r_2 q_2)\,\sigma_w + \\ &\qquad + (k_2 r_3 q_3 - k_3 r_2 q_2) = 0 \\ &III\text{—}I \quad (r_3 q_3 - r_1 q_1)p + (w_3 r_1 q_1 + w_1 r_3 q_3)\,\sigma_w + \\ &\qquad + (k_3 r_1 q_1 - k_1 r_3 q_3) = 0 \end{aligned} \qquad (8)$$

De-a lungul acestor drepte și pentru aceleași valori ale parametrului σ, agregatele, respectiv procesele energo-intensive, din punct de vedere al prețului de cost, sînt cîte 2 economic echivalente. Prin reprezentarea grafică a acestor drepte rezultă zonele în care unul din procesele energo-intensive este mai avantajos, din punctul de vedere considerat, decît celelalte două, precum și ordinea în care, din același punct de vedere, ele sînt de preferat.

Dreptele *I*—*II*, *II*—*III* și *III*—*I* sînt concurente în același punct *E* ; într-adevăr condiția de concurență este îndeplinită, întrucît :

$$\Delta = \begin{vmatrix} r_1 q_1 - r_2 q_2 & w_1 r_2 q_2 - w_2 r_1 q_1 & k_1 r_2 q_2 - k_2 r_1 q_1 \\ r_2 q_2 - r_3 q_3 & w_2 r_3 q_3 - w_3 r_2 q_2 & k_2 r_3 q_3 - k_3 r_2 q_2 \\ r_3 q_3 - r_1 q_1 & w_3 r_1 q_1 - w_1 r_3 q_3 & k_1 r_1 q_1 - k_1 r_3 q_3 \end{vmatrix} = 0 \qquad (9)$$

Punctul E determină locul geometric pentru care există echivalență economică pentru toate cele trei agregate, respectiv procese energo-intensive, adică : $p_1 = p_2 = p_3$ pentru un anumit σ și σ_w, care se stabilesc prin rezolvarea sistemului de ecuații (8) :

$$p_E = p_1 = p_2 = p_3 = \frac{r_1 q_1 (k_2 w_3 - k_3 w_2) + r_2 q_2 (k_3 w_1 - k_1 w_3) + r_3 q_3 (k_1 w_2 - k_2 w_1)}{r_1 q_1 (w_3 - w_2) + r_2 q_2 (w_1 - w_3) + r_3 q_3 (w_2 - w_1)} \quad (10)$$

$$\sigma_{wE} = \frac{r_1 q_1 (k_2 - k_3) + r_2 q_2 (k_3 - k_1) + r_3 q_3 (k_1 - k_2)}{r_1 q_1 (w_3 - w_2) + r_2 q_2 (w_1 - w_3) + r_3 q_3 (w_2 - w_1)} \quad (11)$$

$$\sigma_E = \frac{w_1 (k_3 - k_2) + w_2 (k_1 - k_3) + w_3 (k_2 - k_1)}{r_1 q_1 (w_3 - w_2) + r_2 q_2 (w_1 - w_3) + r_3 q_3 (w_2 - w_1)} \cdot \quad (12)$$

Pentru ca echivalența economică să fie reală, punctul E trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

$$\sigma_{wE} > 0 \qquad p_E > k_1 \qquad \text{dacă} \quad k_1 > k_2 > k_3$$

Pe baza ecuațiilor (7) se pot trasa fascicolele *I*, *II* și *III* pentru diversele valori ale parametrului σ ce intervin în practică și deci stabili și dreptele de intersecție care dau condițiile de echivalență economică ; se poate avea astfel la dispoziție o diagramă care permite determinarea agregatului, respectiv procesului energo-intensiv ce asigură cele mai avantajoase condiții economice de exploatare într-o anumită etapă. Dacă valorile k_1, k_2 și k_3 variază, atunci — după cum rezultă din sistemul de ecuații (7) — fascicolele *I*, *II* și *III* se deplasează paralel cu ele înseși după cum se deplasează paralel cu ele înseși și dreptele de intersecție ale fascicolelor. În cazul $k_1 = k_2 = k_3 = k$, punctul E de intersecție al dreptelor *I*—*II*, *II*—*III* și *III*—*I*, se confundă cu punctul având coordonatele ($\sigma_w = 0$, $p = k$), fascicolele *I*, *II* și *III* fiind de asemenea concurente în același punct ; zonele care indică ordinea de

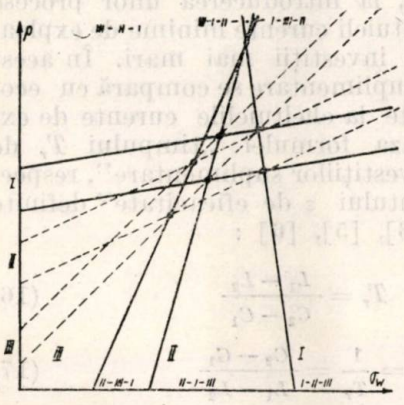


Fig. 2. Zonele care indică ordinea de preferință din punctul de vedere al exploatării agregatelor sau proceselor energo-intensive.

preferință economică din punctul de vedere al exploatării agregatelor, respectiv proceselor energo-intensive, se mențin și în aceste cazuri.

Generalizarea metodei pentru n procese energo-intensive nu este posibilă, întrucît în general sistemul de n ecuații cu două necunoscute — de tipul (7) — nu este un sistem compatibil.

Dacă trebuie analizate mai mult de 3 procese energo-intensive pentru fabricarea aceluiași produs sau efectuarea aceleiași prestații — ceea ce practic nu este cazul — ele se vor trata luîndu-se toate combinațiile posibile și obținîndu-se C_n^3 diagrame de tipul celei descrise (fig. 2). Rezolvarea analitică a acestora ar fi destul de laborioasă. Practic această analiză se face comparîndu-se cîte două procese energo-intensive.

Cazuri particulare

1) cînd unul din procese consumă numai energie electrică, ecuațiile prețurilor de cost (4) vor fi :

$$p_1 = w_1 \sigma_w + k_1 \qquad q_1 = 0$$

$$p_2 = s_2 q_2 \sigma_{q2} + w_2 \sigma_w + k_2 \quad (13)$$

iar diagrama lor este dată în fig. 3 ;

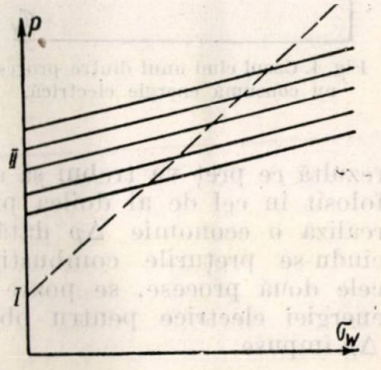


Fig. 3. Cazul cînd unul dintre procese consumă numai energie electrică.

2) cînd unul din procese nu consumă energie electrică, ecuațiile prețului de cost (4) vor fi :

$$p_1 = s_1 q_1 \sigma_{q1} + k_1 \qquad w_1 = 0$$

$$p_2 = s_2 q_2 \sigma_{q2} + w_2 \sigma_w + k_2 \quad (14)$$

iar diagrama lor este dată în fig. 4 ;

3) cînd unul din procese consumă numai energie electrică, iar al doilea numai combustibil, ecuațiile prețurilor de cost (4) vor fi :

$$p_1 = w_1 \sigma_w + k_1 \qquad q_1 = 0$$

$$p_2 = s_2 q_2 \sigma_{q2} + k_2 \qquad w_2 = 0 \quad (15)$$

iar diagrama lor este dată în fig. 5.

Stabilirea economiei unitare între două procese energo-intensive

Pentru compararea a două procese energo-intensive și determinarea economiei unitare ce se realizează din punctul de vedere al prețului de cost prin adoptarea unui anumit proces, se poate folosi de asemenea diagrama din fig. 1, redată pentru două procese în fig. 6.

Pentru un anumit preț σ_w al energiei electrice și anumite prețuri σ_{q1} și σ_{q2} ale combustibililor folosiți în cele două procese energo-intensive, din diagramă (fig. 6) se determină prețurile de cost p_1 și p_2 și deci economia unitară din punctul de vedere al prețului de cost mai redus ce se realizează folosindu-se procesul I:

$$\Delta p = p_2 - p_1; \qquad p_2 > p_1$$

De asemenea, cunoscîndu-se prețul combustibilului folosit într-unul din procese și prețul energiei electrice folosite în ambele procese,

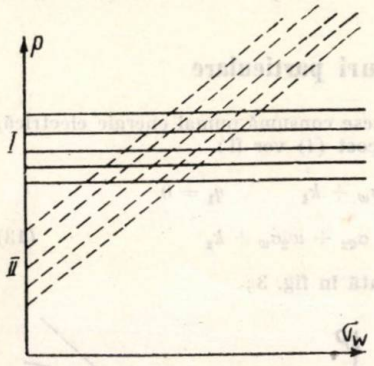


Fig. 4. Cazul cînd unul dintre procese nu consumă energie electrică.

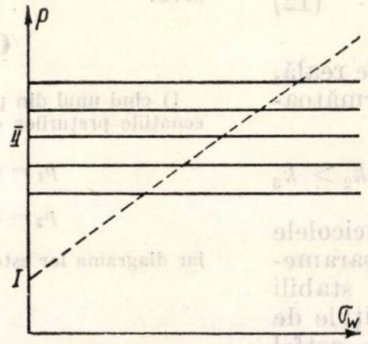


Fig. 5. Cazul cînd unul dintre procese consumă numai energie electrică, iar al doilea numai combustibil.

rezultă ce preț va trebui să aibă combustibilul folosit în cel de al doilea proces pentru a se realiza o economie Δp dată; similar, cunoscîndu-se prețurile combustibililor folosiți în cele două procese, se poate determina prețul energiei electrice pentru obținerea economiei Δp impuse.

Eficacitatea economică a investițiilor în procesele energo-intensive

În cele tratate, s-au analizat posibilitățile stabilirii echivalenței, respectiv a economiei unitare, ce se poate realiza, din punctul de vedere

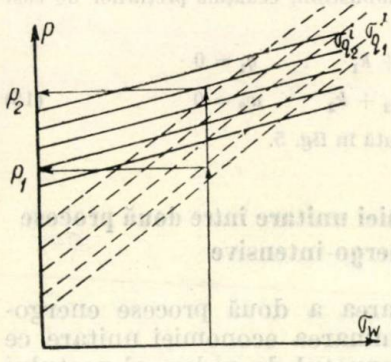


Fig. 6. Determinarea economiei unitare ce se realizează la prețul de cost prin adoptarea unui anumit procedeu.

al prețului de cost; acest punct de vedere potrivit căruia variantele proceselor energo-intensive pot fi alese numai pe baza prețului de cost unitar al producției nu poate fi considerat ca suficient. Într-adevăr, adoptarea exclusiv a acestui criteriu — care ține cont de investiții numai prin cota de amortisment i ce intervine în prețul de cost unitar (în termenul k) — ar putea conduce la investiții masive nejustificate, prin alegerea unui proces energo-intensiv cu preț de cost unitar minim.

Așadar acest criteriu va încuraja adoptarea unor variante cu investiții maxime — deci legate de un efort financiar important — și care, deși în unele cazuri ar fi justificate după un număr mai mare de ani, totuși vor frîna, în loc să accelereze, dezvoltarea industriei[3], [4], [5], [6].

În opoziție cu acest criteriu al prețului de cost minim, este criteriul „investiției minime", potrivit căruia alegerea variantelor se face acordîndu-se prioritate variantei cu investiții specifice minime, fără a se avea în vedere cheltuielile curente de exploatare. Acest mod de a privi problema este nesatisfăcător și chiar greșit, întrucît împiedică introducerea tehnicii noi, care, deși conduce la cheltuieli curente de exploatare mai reduse, necesită deseori investiții mai mari [3], [4], [5], [6].

Pentru o mai justă soluționare a problemei comparării și alegerii variantei optime din punct de vedere economic, și în cazul proceselor energo-intensive trebuie a se lua în considerație atît cheltuielile curente de exploatare — reflectate în prețul de cost unitar — cît și volumul investițiilor, reflectat în investiția specifică.

Este evidentă alegerea variantei optime în cazul cînd una din variante implică atît cheltuieli de exploatare, cît și investiții specifice minime; discuția apare, în cazul frecvent întîlnit în practică, la introducerea unor procese noi, cînd la cheltuieli curente minime de exploatare corespund investiții mai mari. În acest caz investițiile suplimentare se compară cu economiile realizate la cheltuielile curente de exploatare pe baza formulei „timpului T_r de recuperare a investițiilor suplimentare", respectiv a „coeficientului ε de eficacitate" definite prin relațiile [3], [5], [6]:

$$T_r = \frac{L_1 - L_2}{C_2 - C_1} \tag{16}$$

$$\varepsilon = \frac{1}{T_r} = \frac{C_2 - C_1}{L_1 - L_2} \tag{17}$$

în care:

L_1 și L_2 reprezintă investițiile totale necesare adoptării variantelor I și II; se presupune $L_1 > L_2$. Dacă aplicarea variantelor implică investiții și în alte ramuri industriale conexe [4], aceste investiții vor fi incluse în L_1 și L_2 cu ponderile respective;

C_1 și C_2 — cheltuielile curente de exploatare a variantelor *I* și *II*; se presupune $C_2 > C_1$. Și aici se vor avea în vedere economiile realizate în ramurile industriale conexe.

Timpul de recuperare T_r nu este același pentru toate ramurile economiei naționale, durata lui trebuind a fi stabilită de organul central de planificare sau de organul central de introducere a tehnicii noi, sau de organul tutelar al ramurii economice respective [4], în funcție de necesitatea stimulării anumitor ramuri ale economiei naționale pe baza legii fundamentale a socialismului, ca și a dezvoltării planificate și proporționale a economiei naționale [3], [4], [5], [6].

Considerînd două procese energo-intensive pentru fabricarea unui anumit produs sau efectuarea unei anumite prestații ale căror ecuații de cheltuieli curente de exploatare unitare — pentru anumite prețuri unitare ale combustibililor folosiți—sînt reprezentate prin dreptele *I* și *II* (fig. 7), economia specifică (pe unitatea de produs) ce se poate realiza prin adoptarea procesului *I*, va fi :

$$\Delta c = c_2 - c_1 \tag{18}$$

în care :

$$\begin{aligned} c_1 &= s_1 q_1 \sigma_{q1} + w_1 \sigma_w + F_1 \\ c_2 &= s_2 q_2 \sigma_{q2} + w_2 \sigma_w + F_2 \end{aligned} \tag{19}$$

iar :

$$F_1 = k_1 - i_1 \qquad F_2 = k_2 - i_2 \tag{20}$$

și deci :

$$c_1 = p_1 - i_1 \qquad c_2 = p_2 - i_2 \tag{21}$$

i_1 și i_2 fiind cotele de amortisment pe unitatea de produs cuprinse în prețul de cost unitar p.

Pentru producția anuală π, economia totală anuală ce se poate realiza în exploatare datorită adoptării procesului *I* este :

$$e = \pi (c_2 - c_1) = \pi \Delta c . \tag{22}$$

Această economie anuală e va recupera investițiile suplimentare $(L_1 - L_2)$ într-un număr N_r de ani, adică :

$$eN_r = E = L_1 - L_2 \tag{23}$$

sau explicitînd :

$$\pi (c_2 - c_1) N_r = \pi (I_1 - I_2) \tag{23'}$$

în care I_1 și I_2 sînt investițiile specifice, pe unitatea de capacitate de producție [1] :

$$I_1 = \frac{L_1}{\pi} \text{ și } I_2 = \frac{L_2}{\pi} \tag{24}$$

Rezultă :

$$N_r = \frac{I_1 - I_2}{c_2 - c_1} \tag{25}$$

Se pot ivi următoarele situații :

a) $N_r < T_r$, ceea ce corespunde cu situația optimă, economia recuperînd surplusul de investiție într-un număr mai mic de ani decît cel fixat prin norme ;

b) $N_r = T_r$, limita inferioară a situației optime, economia recuperînd surplusul de investiție într-un număr de ani egal cu cel fixat prin norme ;

c) $N_r > T_r$, varianta adoptată nu mai asigură recuperarea normală a surplusului de investiție.

Pentru determinarea numărului N_r de ani în care are loc recuperarea investițiilor suplimentare se recomandă folosirea nomogramei din fig. 7.

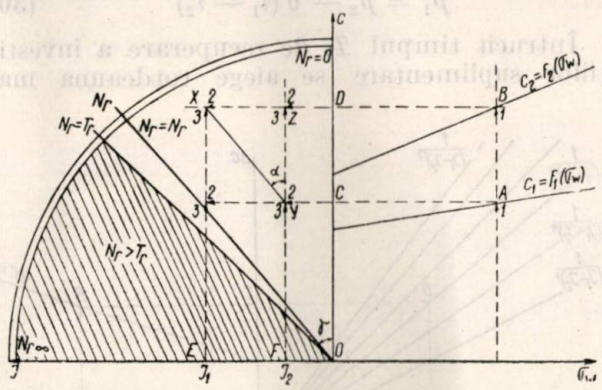


Fig. 7. Determinarea numărului de ani în care are loc recuperarea investițiilor suplimentare.

Pornind din primul cadran, prin mișcările *1* și *2* se determină Δc; pornind din al doilea cadran, prin mișcarea *3*, se determină segmentul $\overline{XY}$. Se trasează în al doilea cadran dreapta *ON* paralelă cu segmentul $\overline{XY}$. Poziția acestei drepte *ON*, adică tg γ, determină timpul efectiv de recuperare N_r. Într-adevăr :

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\overline{XZ}}{\overline{YZ}} = \frac{\Delta I}{\Delta c} = N_r . \tag{26}$$

Valoarea lui N_r se citește direct pe arcul de cerc din al doilea cadran al nomogramei, gradat în ani, corespunzător scărilor alese pentru ΔI și Δp.

Partea hașurată din cadranul *II* al nomogramei (fig. 7) cuprinde domeniul în care $N_r > T_r$, adică domeniul în care recuperarea investițiilor suplimentare nu se mai face în timpul fixat prin norme.

În cele de mai sus s-au luat în considerație investițiile totale L_1 și L_2, respectiv cele specifice I_1 și I_2 $(I_1 > I_2)$ și cheltuielile curente unitare de exploatare c_1 și c_2, considerîndu-se $c_1 < c_2$ și s-a determinat numărul efectiv N_r al anilor de recuperare a investițiilor suplimentare.

Pentru a se stabili raportul în care se află prețurile de cost unitare ale celor două procese energo-intensive, se pornește de la expresia (25) din care rezultă :

$$\Delta c = \frac{I_1 - I_2}{N_r} = \frac{I_1 - I_2}{N} + \theta \frac{I_1 - I_2}{N} =$$

$$= (i_1 - i_2) + \theta (i_1 - i_2) \tag{27}$$

în care N este numărul de ani prevăzut pentru

amortizarea normală a investițiilor totale, iar :

$$i_1 = \frac{L_1}{\pi N} = \frac{I_1}{N} \qquad i_2 = \frac{L_2}{\pi N} = \frac{I_2}{N}$$

Din (27) rezultă :

$$\theta = \frac{N - N_r}{N_r} \tag{28}$$

și

$$c_2 - c_1 = i_1 - i_2 + \theta (i_1 - i_2) \tag{29}$$

Ținînd seama de relațiile (21) se obține :

$$p_1 = p_2 - \theta (i_1 - i_2) \tag{30}$$

Întrucît timpul T_r de recuperare a investițiilor suplimentare se alege totdeauna mai

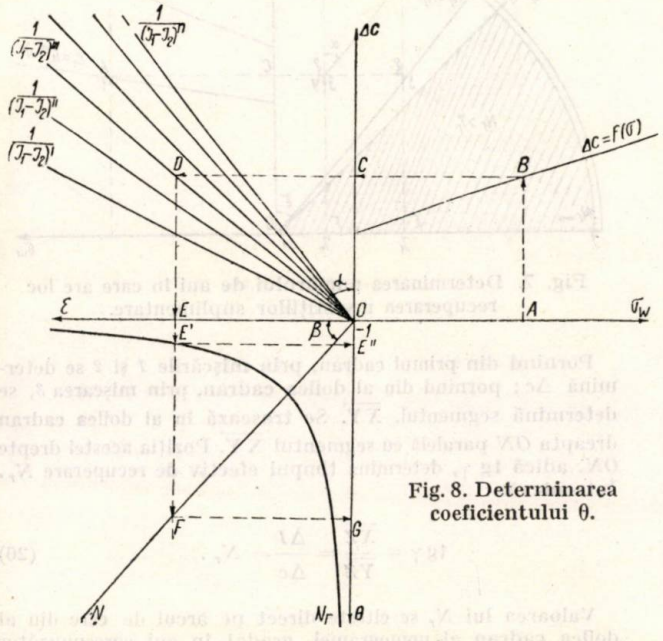


Fig. 8. Determinarea coeficientului θ.

mic decît timpul N de amortizare normală a investițiilor totale, adică totdeauna $T_r < N$, iar în cazul situațiilor favorabile (a, b) $N_r \ll T_r$, rezultă $N_r < N$, deci $\theta > 0$, adică totdeauna $p_1 < p_2$.

Pentru determinarea lui θ s-a conceput nomograma din fig. 8.

Din relațiile (27) și (28) rezultă :

$$\theta = \frac{\Delta c}{I_1 - I_2} N - 1 \cdot \tag{31}$$

Întrucît în fig. 8, $\Delta c = \overline{OC}, \frac{1}{I_1 - I_2} = \operatorname{tg} \alpha$ și $N = \operatorname{tg} \beta$, rezultă relația :

$$\theta = \overline{OG} - 1 = \overline{OC} \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\beta - 1$$

care verifică relația (31). Scara la care se citește θ pornește de la $\theta = -1$, care corespunde cazului $\Delta c = 0$.

Întrucît $\overline{OE} = \frac{\Delta c}{I_1 - I_2} = \frac{1}{N_r} = \varepsilon$, nomograma din fig. 8 poate da și valoarea lui ε, sau valoarea lui N_r pe axa ON_r, cu ajutorul hiperbolei echilatere trasată în cadranul *III*, folosind variabilele ε și N_r.

Metoda „timpului de recuperare" sub forma prezentată, poate oferi rezultate concludente pentru cazurile cînd se analizează procese energo-intensive într-o ramură restrînsă a economiei naționale ; pentru acele procese energo-intensive legate de dezvoltarea unor sectoare importante ale economiei naționale — ca de exemplu siderurgia, transporturile feroviare, producerea energiei electrice etc. — și care necesită investiții masive, deci un efort financiar important pentru ansamblul economiei naționale, pe lîngă „timpul de recuperare" la alegerea variantei de adoptat va trebui să se țină seama și de alți indici calitativi [4], [5], [7] ca de exemplu : — importanța obiectivului proiectat pentru creșterea bunei stări a poporului, asigurarea dezvoltării proporționale a forțelor de producție și întărirea capacității de apărare a țării, asigurarea independenței economice a țării, lichidarea transporturilor neeconomice, rolul obiectivului proiectat pentru creșterea productivității muncii și ușurarea condițiilor de muncă în ramura respectivă și în ramurile conexe.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dumitrescu Adrian, Elefterescu Marius, Kovacs Ștefan: *Contribuții la stabilirea dinamicii consumurilor energetice* Studii și Cercetări de Energetică – VIII, 2, 1958.

[2] Acad. Nesmeianov N.: *Sarcinile științei sovietice în septenal* Contemporanul nr. 49 – 12 decembrie 1958 și Scînteia nr. 4396 – 13 decembrie 1958.

[3] *Rezultatele discuției privitoare la determinarea eficacității economice a investițiilor în industria U.R.S.S.* – Probleme Economice (Voprosî Ekonomiki) – nr. 3/1954.

[4] Haciaturov T.: *Problemele eficacității economice a investițiilor capitale în economia socialistă* – Probleme Economice (Voprosî Ekonomiki) nr. 2/1957.

[5] Konson A.: *Analiza eficacității economice a introducerii tehnicii noi* – – Probleme Economice (Voprosî Ekonomiki) – nr. 8/1957.

[6] Notkin A. J. : *Problemele determinării eficacității economice a investițiilor în industria U.R.S.S.* – Editura de Stat pentu Literatură Economică și Juridică – București – 1956.

Exergia combustibililor solizi

Ing. D. BUIMOVICI, ing. I. CARABOGDAN și ing. F. WESTFRIED

Arderea combustibililor solizi în focarele industriale impune o serie întreagă de condiții restrictive în procesul de alegere a unui cărbune adecvat. Sensul de orientare în această alegere se referă bineînțeles la noțiunile clasice de putere calorifică inferioară, exces de aer și temperatură de fuziune a cenușii și zgurii, parametri a căror interdependență condiționează funcționarea instalației și care stabilesc implicit, pentru un același tip de focar, o ordine de utilizare preferențială în gama combustibililor solizi.

O analiză termodinamică atentă dovedește însă faptul că pot exista cazuri în care puterea calorifică să nu reprezinte un criteriu absolut de comparație.

Într-adevăr, dacă se introduce noțiunea de lucru mecanic maxim realizabil, în condițiile de ireversibilitate ale procesului de ardere, pentru temperaturi și excese de aer fixate, se poate constata, după cum va reieși din cele ce urmează, că doi combustibili diferiți pot avea efecte termice a căror ordine de clasare să fie inversă celei a puterii lor calorifice. Aceste efecte se datoresc atît compoziției combustibilului cît și excesului de aer și umidității.

Pentru rigurozitatea termotehnică se pot stabili atunci drept criterii de comparație următoarele mărimi:

— exergia combustibilului

— temperatura de fuziune a cenușii și zgurii.

În continuare, se va prezenta analiza termodinamică a efectului termic util posibil de realizat din combustibilii solizi inferiori: ligniți, considerînd totodată că în procesul de ardere nu intervin fenomene de disociație (presupunere valabilă pentru cazul focarelor folosind ligniți).

*

Prin exergia unui combustibil se definește lucrul mecanic maxim ce poate fi obținut prin desfășurarea ireversibilă a procesului de ardere, urmată de transformări reversibile ale produselor finale ale arderii, de la temperatura de ardere pînă la temperatura mediului ambiant, presiunea fiind constantă pentru toate transformările și egală cu cea a mediului ambiant. În lipsa altor precizări se subînțelege că amestecul format din respectivul combustibil și cantitatea de aer (la excesul respectiv de aer) are la începutul reacției temperatura și presiunea egale cu cele ale mediului ambiant. Exergia combustibilului este dată de relația [1]

$$E_x = (\Delta I_R) - T_0 (S_t - S_0) \text{ [kcal/kg]} \qquad (1)$$

(ΔI_R) este entalpia de reacție, respectiv puterea calorifică inferioară;

T_0 — temperatura absolută a mediului ambiant, care în toată lucrarea s-a considerat egală cu 298,15°K (25°C);

S_t, S_0 — entropia produselor finale ale arderii, pentru temperatura finală de ardere și pentru temperatura mediului ambiant.

În cuprinsul lucrării ne-am propus să studiem valorile exergiei pentru o primă clasă de combustibil, și anume combustibili solizi cu puteri calorifice inferioare pînă la 4000 kcal/kg. A fost aleasă această categorie deoarece ar părea, avînd în vedere complexitatea compoziției cărbunilor, că ea s-ar preta cel mai puțin metodei exergetice de analiză termodinamică.

După ce în prima parte a lucrării se vor calcula valorile exergiei caracteristice, corespunzătoare excesului teoretic de aer, se va trece în partea a doua la analiza influenței excesului de aer asupra valorilor exergiei combustibililor. Luarea în considerare a acestei influențe constituie de altfel unul din meritele de bază ale metodei exergetice. În ultima parte se prezintă variația exergiei combustibililor în funcție de umiditate.

I. Pentru studiul propus au fost aleși opt combustibili naturali care din punct de vedere fizico-chimic fac parte din categoriile: turbe, ligniți, cărbuni bruni pămîntoși, cărbuni bruni mați. La alegerea celor opt sorturi s-a avut în vedere a se acoperi o gamă cît mai largă de variație a caracteristicilor. Astfel, puterea calorifică inferioară variază de la 1384 kcal/kg pînă la 3761 kcal/kg; conținutul de carbon de la 16,37% la 41,8%; conținutul de hidrogen de la 1,65% la 4,2%, iar cel de oxigen de la 7,58% la 21,89%. Umiditățile și cenușile variază de asemenea în limite largi, conținutul de balast depășind în două cazuri 70%. Combustibilii studiați sînt toți extrași din zăcăminte aflate pe teritoriul R.P.R.; caracteristicile tehnico-chimice au fost determinate în laboratorul de combustibili solizi al Institutului de Energetică condus de prof. I. Blum, căruia îi mulțumim pe această cale pentru amabila comunicare a datelor.

Calculul cantităților de aer necesar și de produse finale ale arderii a fost efectuat după normele sovietice [2]. Temperatura de ardere a fost determinată grafic folosindu-se tabelele de călduri specifice ale gazelor [3]. După aceleași tabele au fost calculate și valorile entropiilor pentru diferite temperaturi. Operațiile de înmulțire fiind efectuate cu ajutorul mașinii de calculat s-a putut respecta o precizie pînă la a treia zecimală.

În tabela 1 sînt prezentate cele mai importante date ale caracteristicilor tehnico-chimice ale combustibililor, ale unor valori intermediare ca: temperatura de ardere, cantități de gaze arse (produse finale ale arderii), entropii și altele, și în penultima coloană exergiile caracteristice.

Pentru combustibilii studiați valorile variază de la 909 kcal/kg la 2685 kcal/kg. Valoarea exergiei caracteristice este rezultatul interdependenței unui număr mare de factori:

— repartiția cantitativă a componenților inițiali (carbon, hidrogen, oxigen, sulf, azot, apă) care provoacă repartiția cantitativă a componenților finali (bioxid de carbon și de sulf, azot, aer, vapori de apă);

— variația diferită cu temperatura a căldurilor specifice ale componenților finali, ce determină valoarea temperaturii finale de ardere;

— variația diferită cu temperatura a entropiilor componenților finali, ce conduce la variația diferenței $(S_t - S_0)$ astfel încît este dificil, dacă nu imposibil, de a se stabili relații numerice de determinare a exergiei caracteristice numai pe baza cunoașterii componenților inițiali.

etc. Această proprietate a exergiei spre diferență de puterea calorifică, care în orice ocazie este doar funcție de natura combustibilului și independentă de natura și cantitatea comburantului constituie unul din avantajele metodei exergetice, deoarece concentrează într-o singură mărime două noțiuni, care în metoda energetică

Tabela 1

Date de calcul și valorile exergiilor caracteristice ale combustibililor studiați.

Nr. crt.	Combustibilul	Umidit. U %	Cenușă a %	Putere calorif. inf. P_{ci} kcal/kg	Carbon C %	Hidrogen H %	Oxigen O %	Cantit. de aer de ardere G_a $\frac{Nm^3}{kg}$	Cantit. de gaze de ardere G_{ga} $\frac{Nm^3}{kg}$	Temperat. teoretică de ardere t °C	Entropia gazelor S_t kcal/ Nm^3 °C	Entropia gazelor S_0 kcal/ Nm^3 °C	Energie caracterist. E_x kcal/kg^3	$\frac{E_x}{P_{ci}}$
1	Căpeni	58,99	10,26	1 437	19,00	1,65	7,99	1,88	2,76	1 323	1,85	0,071	909	0,630
2	Caransebeș	30,78	40,81	1 384	16,37	1,65	7,58	1,71	2,24	1 590	1,64	0,058	950	0,686
3	Rovinari	40,85	16,97	2 158	26,50	2,39	11,71	2,60	3,33	1 622	2,47	0,086	1 446	0,670
4	Călățele-Huedin	8,94	34,54	2 915	33,73	3,57	17,33	3,30	3,92	1 870	3,06	0,100	2 060	0,708
5	Borsec	19,02	26,10	3 166	35,30	3,85	12,57	3,79	4,33	1 832	3,28	0,110	2 218	0,700
6	Poenari	32,77	12,10	3 196	35,70	3,04	14,93	3,49	4,18	1 898	3,34	0,100	2 233	0,700
7	Dersca-Dorohoi	13,92	13,00	3 618	41,80	4,20	21,89	4,22	4,78	1 895	3,78	0,123	2,528	0,700
8	Asău	14,76	25,82	3 761	40,30	3,30	11,30	4,19	4,65	1 883	3,73	0,120	2,685	0,715

În această situație s-a căutat a se stabili corespondența între exergia caracteristică și datele analizei tehnico-chimice a combustibililor. Cea mai pronunțată corespondență și care în același timp prezintă importanță practică este raportul între exergia caracteristică și puterea calorifică inferioară (ultima coloană din tabela 1). Raportul variază între 0,64 și 0,717 și ca medie poate fi recomandată într-o primă aproximație valoarea 0,70. Chiar în situația cea mai favorabilă a unei arderi perfecte și la excesul teoretic de aer, datorită desfășurării ireversibile a reacției de ardere, doar aproximativ 70% din exergia de reacție (puterea calorifică inferioară) este disponibilă pentru a produce efect util. Este important de remarcat din tabela 1 cazul prezentat de cărbunii de Caransebeș și Căpeni. Deși puterea calorifică a primului este mai mică cu 53 kcal/kg decît a celui de al doilea, exergia caracteristică a cărbunelui de Căpeni este mai mică decît a celui de Caransebeș cu 41 kcal/kg, deci mai prețios din punct de vedere energetic este cărbunele de Caransebeș. Considerarea combustibililor din punctul de vedere al puterii calorifice poate duce uneori la aprecieri comparative incorecte. Diferența menționată poate atinge valori de sute kcal/kg. Asemenea situații se vor discuta și în celelalte părți ale prezentului articol.

II. Exergia unui combustibil constituie de fapt expresia prescurtată a termenului mai lung și greoi — „exergia amestecului de combustibil cu aerul la un exces dat". Această denumire precizează faptul, deosebit de important, că exergia este funcție nu numai de combustibil ci și de cantitatea de aer. De altfel exergia unui combustibil, pe un plan mai larg, variază în funcție și de comburantul folosit — aer, oxigen, aer îmbogățit cu oxigen, comburanți sintetici trebuie menționate distinct: entalpia produselor finale ale arderii și temperatura acestor produse. Prin mărirea excesului de aer, entalpia produselor finale rămîne constantă, în schimb temperatura finală de ardere descrește; exergia deci se va micșora cu creșterea excesului de ardere.

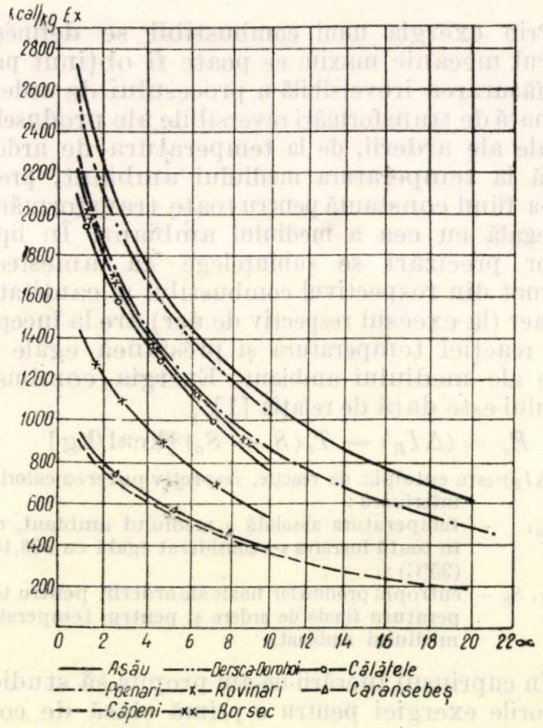


Fig. 1. Variația exergiei combustibililor cu excesul de aer.

În fig. 1 sînt trasate curbele calculate de variație a exergiei combustibililor cu excesul de aer. Se constată descreșterea considerabilă a exergiei și alura de hiperbolă a curbelor.

Cauza scăderii exergiei cu creşterea excesului de aer constă în creşterea ireversibilităţii termice inferioare, respectiv în ireversibilitatea amestecării a două substanţe cu temperaturi diferite, procesul de egalizare a temperaturii amestecului ne fiind compensat de producerea de lucru mecanic. Este un caz analog ireversibilităţii termice exterioare, la care transferul de căldură are loc la o diferenţă finită de temperatură, de asemenea fără producerea corespunzătoare de lucru mecanic.

Arderea unui combustibil la un exces de aer mai mare decît cel teoretic poate fi considerată ca un proces de amestecare ireversibilă între produsele arderii pentru excesul teoretic şi aerul suplimentar. Caracterul de ireversibilitate al amestecului reiese evident din diagrama T—S(fig. 2) [4]. Punctul *1* reprezintă produsele arderii la excesul teoretic de aer (presiunea mediului ambiant şi temperatura teoretică de ardere); punctul 2 reprezintă aerul suplimentar (presiunea şi temperatura mediului ambiant); amestecul rezultat prin amestecarea acestor două mase gazoase în proporţia corespunzătoare excesului respectiv de ardere va avea aceeaşi presiune cu a mediului ambiant şi temperatura de amestec. Punctul reprezentativ al unităţii de cantitate a amestecului se va găsi la intersecţia temperaturii de amestec cu izobara $P = 1$ ata corespunzătoare compoziţiei amestecului (punctul *3*) care este decalat faţă de punctul ipotetic *3'* pentru care entropia amestecului este egală cu suma entropiilor componenţilor iniţiali (gaze arse şi aer). Creşterea ireversibilă de entropie *3'—3* are ca efect scăderea exergiei.

În concret, variaţia exergiei combustibililor cu excesul de aer faţă de exergia caracteristică se exercită prin următorii factori:

— cantitatea de gaze arse (produse finale ale arderii, care variază cu excesul de aer, mai precis cu mărimea $(\alpha_i - 1)\,G\,a$ în care α_i este excesul de aer, G_a — cantitatea teoretică de aer necesar pentru ardere Nm³/kg;

— variaţia compoziţiei gazelor arse ce se reflectă în valorile entropiilor specifice;

— variaţia temperaturii finale de ardere ce se reflectă de asemenea în valorile entropiilor specifice.

Pentru a se putea pune în evidenţă influenţa fiecărui factor în parte formula (1) de definire a exergiei combustibililor a fost transformată

$$E_x = (\Delta I_R)_0 - T_0 G_g^i (s_{ti}^i - s_0^i) \qquad (1a)$$

în care:

G_g^i este cantitatea de gaze arse pentru excesul α_i de aer;

s_{ti}^i — entropia specifică a gazelor arse de compoziţia şi temperatura de ardere corespunzătoare excesului de aer α_i;

s_0^i — entropia specifică a gazelor arse de compoziţia corespunzătoare excesului de aer α_i şi la temperatura ambiantă.

În cele ce urmează indexul superior raportează respectiva mărime la excesul teoretic de aer, iar indexul i la excesul real diferit de cel teoretic.

Pierderea exergetică cauzată de excesul suprauunitar de aer, (V_e), este definită de relaţia:

$$V_e = E_x^* - E_x^i = (\Delta I_R)_0 - T_0 G_g^* (s_{t^*}^* - s_0^*) -$$

$$-[(\Delta I_R)_0 - T_0 (G_g^* + (\alpha_i - 1)\, G_a)\, (s_{ti}^i - s_0^i)] \qquad (2)$$

în care:

$$G_g^i = G_g^* + (\alpha_i - 1)\, G_a. \qquad (3)$$

Pentru a putea calcula factorii amintiţi mai sus termenii relaţiei (2) au fost ordonaţi în mod corespunzător, adăugîndu-se şi scăzîndu-se în acelaşi timp mărimea $s_{t^*}^i$ care reprezintă entropia specifică a gazelor arse rezultate prin arderea completă la excesul α_i de aer şi la temperatura teoretică de ardere ce se obţine în cazul arderii cu excesul teoretic de aer

$$V_e = -T_0 G_g^* [(s_{t^*}^* - s_{t^*}^i) - (s_0^* - s_0^i)] +$$

$$+ T_0 [(\alpha_i - 1)\, G_a\, (s_{ti}^i - s_0^i) - G_g^* (s_{t^*}^t - s_{ti}^i)] \qquad (2a)$$

Sub această formă se poate exprima numeric influenţa factorilor amintiţi. Astfel:

ΔV_e^c este partea din pierderea exergetică cu excesul de aer datorită schimbării compoziţiei gazelor arse (produselor finale ale arderii)

$$\Delta V_e^c = -T_0 G_g^* [(s_{t^*}^* - s_{t^*}^i) - (s_0^* - s_0^i)]; \qquad (4)$$

$(\Delta V_e^t)_a$ — partea din pierderea exergetică cu excesul de aer datorită micşorării temperaturii, raportată la cantitatea de aer în exces; acest termen include şi influenţa factorului cantitativ $(\alpha - 1)\, G_a$ (punctul *a*)

$$(\Delta V_e^t)_a = T_0\, (\alpha - 1)\, G_a\, (s_{ti}^i - s_0^i); \qquad (5)$$

$(\Delta V_d^t)_g$ — partea din pierderea exergetică cu excesul de aer datorită micşorării temperaturii, raportată la cantitatea de gaze arse produse prin arderea la excesul teoretic

$$(\Delta V_e^t)_g = -T_0 G_g^* (s_{ti}^i - s_0^i); \qquad (5a)$$

ΔV_e^t — partea din pierderea exergetică cu excesul de aer, datorită micşorării temperaturii, raportată la unitatea de cantitate de combustibil ce arde la excesul de aer respectiv. Deci:

$$\Delta V_e^t = (\Delta V_e^t)_a + (\Delta V_e^t)_g. \qquad (6)$$

În ecuaţia (6), termenii din partea dreaptă, fiind raportaţi la cantităţi componente ale amestecului de gaze arse, au existenţă fictivă, spre diferenţă de ΔV_e^t, (raportat la întreaga cantitate de gaze arse), care reprezintă real partea din pierderea exergetică cu excesul de aer, cauzată de micşorarea temperaturii.

Rezultă

$$V_e = \Delta V_e^c + \Delta V_e^t. \qquad (2b)$$

În fig. 3 şi 4, sînt reprezentate curbele de variaţie a mărimilor menţionate în funcţie de excesul de aer. Aceste diagrame au fost construite pentru a se pune în evidenţă sensul şi intensitatea factorilor enumeraţi. În diagrama

din fig. 3 este reprezentat (ΔV_e^t) ce rezultă prin înmulțirea dreptei de variație a cantităților de gaze arse cu curba de variație a entropiei specifice a gazelor arse corespunzătoare compoziției și temperaturii de ardere pentru fiecare exces de aer. În fig. 4, reiese că influența schimbării compoziției gazelor arse $(\Delta V_e^c)_a$ este foarte mică și practic rămîne la o valoare constantă pentru $\alpha > 4$. Este de remarcat că schimbarea compoziției care cu creșterea excesului de aer se apropie din ce în ce mai mult de compoziția aerului are ca efect micșorarea pierderii exergetice (ΔV_e^c este negativă). În schimb influența coborîrii temperaturii, sursa principală de ireversibilitate, este dominantă, după cum s-a indicat anterior în diagrama $T—S$ (fig. 1).

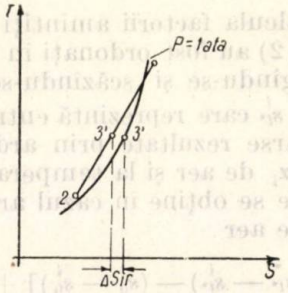


Fig. 2. Reprezentarea ireversibilității amestecării în diagrama $T—S$.

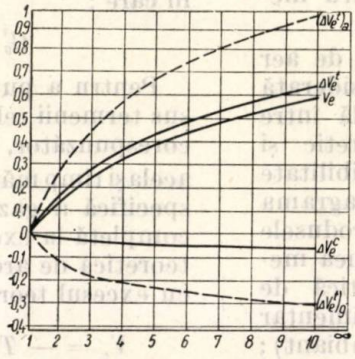


Fig. 3. Determinarea variației (ΔV_e^t) a și a componentelor sale cu excesul de aer:

1 — creșterea cantității de gaze arse; *2* — variația entropiei specifice; *3*-curba (ΔV_e^t) a.

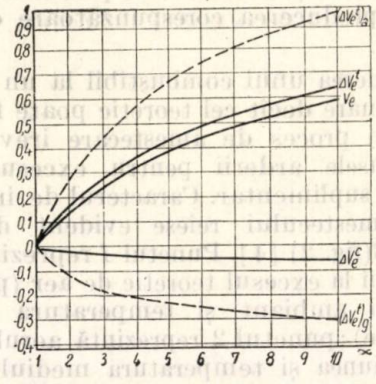


Fig. 4. Variația pierderii exergetice cu excesul de aer și a componentelor sale.

Exergia unui combustibil pentru excesul α_i de aer se calculează din exergia caracteristică după ecuația de bază

$$E_x^i = E_x^* - V_e \,. \qquad (7)$$

În fig. 4 și în diagrama superioară din fig. 3 pe scara ordonatelor au fost plasate valori adimensionale, raportate la exergia caracteristică. Acest fel de reprezentare permite construirea unei singure diagrame valabilă pentru toți combustibilii studiați, toate curbele din fig. 4 rămînînd aceleași. Pentru explicarea acestei situații deosebit de semnificative s-a trecut la o analiză atentă a curbelor din fig. 1 și s-a putut deduce o proprietate foarte importantă: variația aproape identică a exergiilor combustibililor solizi în funcție de excesul de aer. Această proprietate are următoarea exprimare matematică, valabilă în intervalul $1 \leqslant \alpha_i < 5$.

$$\frac{E_{x_0}^i}{E_{x_0}^*} = \frac{E_x^* - V_e}{E_x^*} = 1 - \frac{V_e}{E_x^*} = \frac{1}{0{,}82 + 0{,}18\,\alpha_i} \,. \qquad (8)$$

Dar raportul de mai sus reprezintă gradul de eficacitate [1], în cazul arderii complete astfel încît relația se mai poate scrie

$$\Omega = \frac{1}{0{,}81 + 0{,}8\,\alpha_i} \,. \qquad (8\,a)$$

În fig. 5 este trasată grafic relația (8 a) care este aceeași cu curba V_e din fig. 4 și sînt plasate punctele obținute prin calcul. Se constată abateri de pînă la 4% care se explică pe de o parte prin caracterul statistic al relației deduse, iar pe de altă parte prin erorile apărute la determinarea analizei elementare și a puterii calorifice a combustibililor, și la operațiile de interpolare grafică pentru aflarea valorilor entropiilor la diferite temperaturi etc. Cele mai multe puncte prezintă abateri mai mici de 2% față de curba trasată astfel încît exactitatea relației (8 a) se găsește în limitele acceptabile. Este deci suficient de a cunoaște exergia caracteristică a combustibililor solizi pentru a putea calcula energia acestora la orice exces (pînă la $\alpha = 5$), evitîndu-se astfel efectuarea unor calcule laborioase.

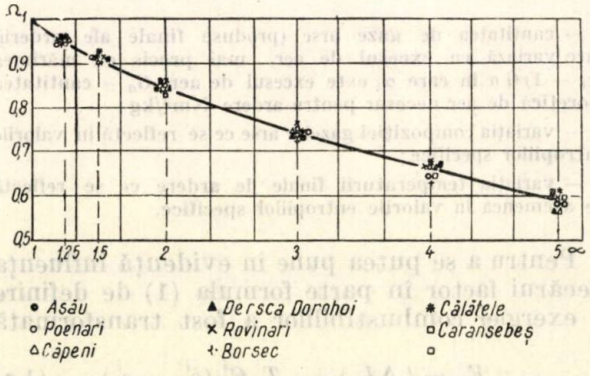


Fig. 5. Variația gradului de eficacitate cu excesul de aer.

Pentru a explica existența acestei interesante proprietăți cu caracter statistic s-a făcut apel la alte proprietăți statistice ale combustibililor. Astfel Rosin și Fehling [5] și mai

tîrziu Boie [6] au arătat că între puterea calorifică inferioară a combustibililor și cantitatea teoretică de aer (G_a) sau cantitatea de gaze arse (G_g) există o dependență lineară. Ne-am propus să verificăm dacă aceste ultime două mărimi sînt legate de exergia caracteristică tot prin relații lineare. După cum se poate constata din fig. 6, curbele A și B, situația este aceeași ca și în cazul referirii la puterea calorifică inferioară. Expresiile matematice ale dependențelor puse în evidență sînt :

$$G_a = 0{,}6 + 1{,}4 \frac{E_x^*}{1\,000} \text{ Nm}^3/\text{kg} \qquad (9)$$

$$G_g = 1{,}4 + 1{,}25 \frac{E_x^*}{1\,000} \text{ Nm}^3/\text{kg} \qquad (10)$$

Abaterile punctelor calculate față de valorile căpătate din relațiile (9) și (10) nu depășesc 4%. Caracterul linear al dependențelor este dovedit prin figura 6 ; este de așteptat ca în viitor prin calcularea a numeroși combustibili coeficienții numerici din relațiile (9) și (10) să fie precizați prin introducerea sutimilor.

Componenții pierderii exergetice cu excesul de aer (relațiile 4, 5 și 5a), care sînt funcție de G_a și G_g datorită existenței relațiilor (9) și (10) devin funcție de exergia caracteristică. Pentru un același exces de aer, prin trecerea de la un combustibil solid cu o anumită exergie caracteristică la un altul cu o exergie caracteristică mai mare (sau mai mică), mărimile $(\Delta V_e^t)_g$ și $(\Delta V_e^t)_a$ vor crește (sau vor descrește) proporțional cu diferența între exergiile caracteristice $(\Delta V_e^t)_g$ și $(\Delta V_e^t)_g$ și fiind de semn contrar influența lor se compensează în mare măsură. În același timp și diferențele de entropie acționează în același sens [atît $(s_{t*}^i - s_{ti}^i)$ cît și $(s_{ti}^i - s_0^i)$ cresc odată cu creșterea exergiei combustibilului] astfel încît în final V_e rămîne constant pentru oricare valoare a exergiei caracteristice în domeniul studiat. ($E_x^* < 2700$ kcal/kg).

Introducînd relațiile cu caracter statistic (8), (9) și (10) în relația (3) se obține ecuația generală a dependenței exergiei unui combustibil de excesul de aer și cantitatea de gaze arse (produse finale ale arderii)

$$G_g = 0{,}8 + 0{,}6\,\alpha_i + (1{,}4\,\alpha_i + 0{,}15)\,(0{,}82 + 0{,}18\,\alpha_i)\frac{E_x}{1\,000}. \qquad (11)$$

Pentru valorile curente ale excesului de aer se obțin următoarele relații :

$$\alpha_i = 1{,}25 \quad G_g = 1{,}55 + 1{,}65 \frac{E_x}{1\,000} \qquad (11\text{ a})$$

$$\alpha_i = 1{,}50 \quad G_g = 1{,}70 + 2{,}1 \frac{E_x}{1\,000} \qquad (11\text{ b})$$

$$\alpha_i = 2{,}0 \quad G_g = 2 + 3{,}1 \frac{E_x}{1000} \qquad (11\text{ c})$$

$$\alpha_i = 3{,}0 \quad G_g = 2{,}60 + 5{,}5 \frac{E_x}{1\,000} \qquad (11\text{ d})$$

$$\alpha_i = 4{,}0 \quad G_g = 3{,}2 + 8{,}4 \frac{E_x}{1\,000} \qquad (11\text{ e})$$

$$\alpha_i = 5{,}0 \quad G_g = 3{,}8 + 11{,}8 \frac{E_x}{1\,000} \qquad (11\text{ f})$$

Aceste drepte au fost trasate în diagrama din fig. 6 și se constată o concordanță satisfăcătoare între punctele calculate și relațiile de mai sus, ținînd mai ales seama că valorile coeficienților numerici ai acestora provin din alte trei relații cu caracter statistic.

De altfel în viitor se prevede definirea relațiilor astfel încît să se obțină abaterea minimă pentru o gamă largă de excese de aer.

Diagrama din fig. 5 este deosebit de importantă deoarece ea permite determinarea exergiei unui combustibil cunoscîndu-se analiza sa elementară și excesul de aer în afara arderii. Cu ajutorul acestor date se calculează cantitatea de gaze arse pentru excesul de aer dat, după care pe diagramă pe dreapta corespunzătoare a amestecului se determină cu suficientă aproximație exergia combustibilului.

Această dependență între energie și analiza elementară a combustibilului reprezentată în fig. 5 nu contrazice afirmațiile din prima parte a acestei lucrări în care se ridicau îndoieli în ceea ce privește posibilitatea stabilirii unei relații analitice de calcul a exergiei, deoarece după cum s-a mai insistat relațiile căpătate au proveniență și caracter statistic.

Pe aceeași cale statistică se poate stabili relația între puterea calorifică inferioară a combustibililor solizi și exergia caracteristică. Pentru aceasta vom folosi relația empirică propusă de Rosin și Fehling [6] :

$$G_a = 0{,}5 + 1{,}01 \frac{\Delta I_R}{1\,000} \qquad (12)$$

care a fost verificată pentru combustibilii studiați în această lucrare și a dat deplină satisfacție. Egalînd această ecuație cu ecuația (9) se obține relația (cu caracter statistic) între exergia caracteristică și puterea calorifică

$$\frac{E_x^*}{\Delta I_R} = 0{,}722 - \frac{71{,}5}{(\Delta I_R)_0}. \qquad (13)$$

Este necesar a se atrage atenția că relația obținută este doar indicativă și contrazice fondul fizic al problemei studiate. Într-adevăr, conform acestei relații ar rezulta că între puterea calorifică inferioară și exergia caracteristică ar exista o relație univocă. Or, cum s-a și exemplificat în prima parte a articolului, pot apărea cazuri în care combustibilii solizi cu puteri calorifice apropiate au exergii caracteristice diferite. Această

inconsecvență rezultă din natura statistică a ecuațiilor ce au stat la baza determinării relației (13) pe care o recomandăm a fi folosită doar într-o primă aproximație și numai în scopuri orientative.

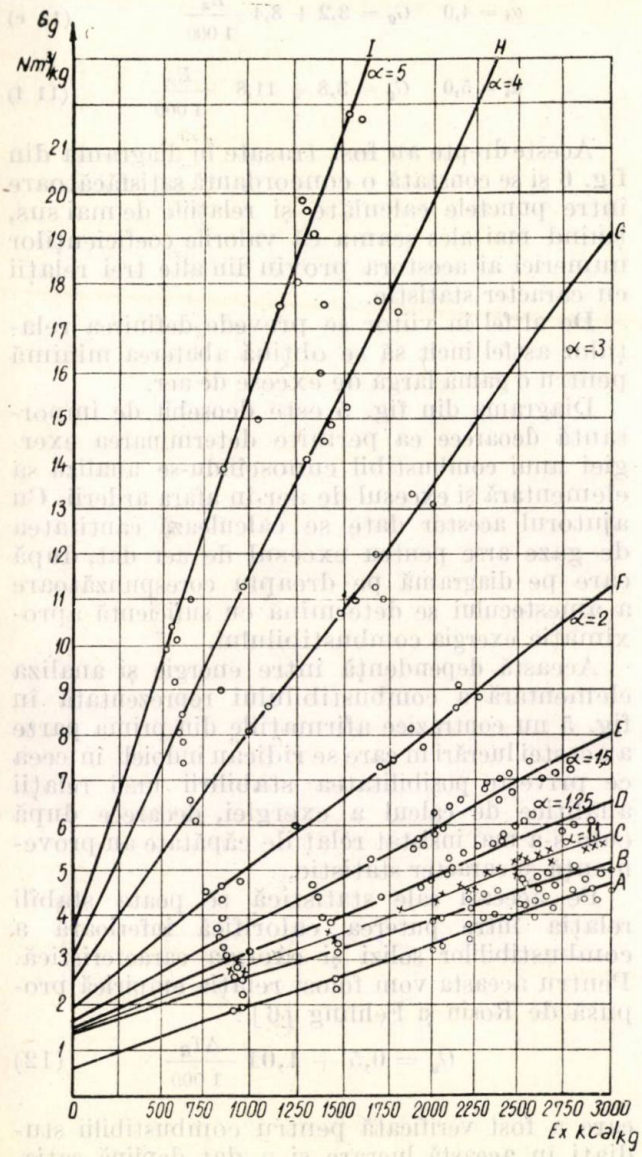


Fig. 6. Diagrama pentru determinarea exergiei combustibililor în funcție de cantitatea de gaze arse și excesul de aer:

A — dependența între exergia caracteristică și cantitatea teoretică de aer necesar arderii, *B* — dependența între exergie (caracteristică) și cantitatea de gaze alese pentru $\alpha = 1$; *C* — idem, $\alpha = 1{,}1$; *D* — Idem, $\alpha = 1{,}25$; *E* — idem $\alpha = 1{,}5$; *F* — idem $\alpha = 2$; *G* — idem, $\alpha = 3$; *M* — idem, $\alpha = 4$; *I* — idem, $\alpha = 5$.

După același procedeu se pot determina relațiile de legătură între exergie (pentru un anumit exces de aer) și puterea calorifică, folosind ecuația generală (11) și o relație statistică de legătură între cantitatea de gaze arse și puterea calorifică inferioară. Pentru aceasta din urmă există exprimarea matematică propusă de Rosin și Fehling, dar la verificarea care a fost efectuată combustibilii studiați s-au plasat cu mari abateri.

III. Umiditatea este una din proprietățile cele mai importante ale combustibililor, și fără nici un fel de analiză prealabilă se poate anticipa că exergia combustibililor este funcție de umiditate. La fel ca și în cazul excesului de aer influența variației umidității unui combustibil solid asupra valorii exergiei sale poate fi concepută ca un proces de amestecare între gazele arse (produsele finale) ale combustibilului de umiditate mai mică și o cantitate suplimentară de vapori de apă corespunzătoare creșterii umidității. În fig. 2 se va considera punctul *2* ca reprezentînd vapori de apă la temperatura ambiantă și la presiunea ambiantă (aceasta este desigur o stare ipotetică, dar care este în general acceptată deoarece simplifică considerabil calculele) și repetînd raționamentul descris la analiza influenței excesului de aer se constată creșterea ireversibilă de entropie ca urmare a coborîrii temperaturii finale de ardere prin creșterea umidității combustibilului.

Pierderea exergetică cu umiditatea, forma prescurtată a expresiei: pierderea exergetică prin creșterea umidității combustibilului față de umiditatea adoptată ca umiditate de referință, este rezultatul interacțiunii mai multor factori:

— micșorarea masei uscate a combustibilului în unitatea de cantitate de combustibil;

— micșorarea entalpiei de reacție ca urmare a creșterii entalpiei de vaporizare a apei din combustibil;

— creșterea cantității de gaze arse cu respectiva cantitate de vapori de apă;

— variația compoziției gazelor arse ce se reflectă în valorile entropiilor specifice;

— variația temperaturii finale de ardere ce se reflectă de asemenea în valorile entropiilor specifice;

În fig. 7 sînt reprezentate rezultatele obținute pentru 6 combustibili, calculele fiind efectuate

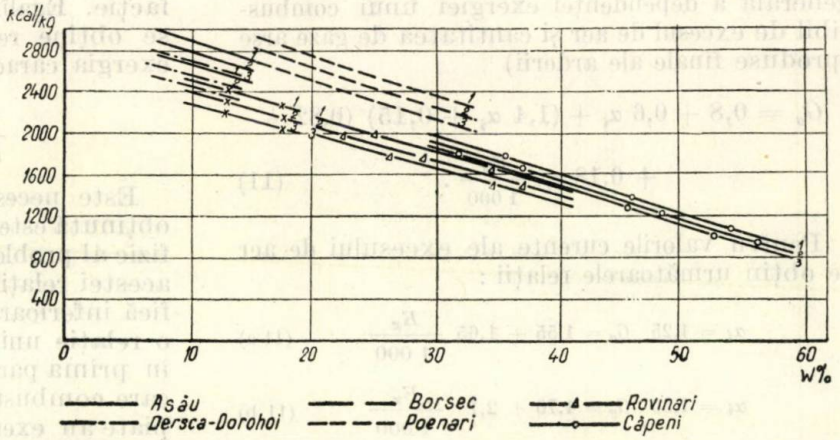


Fig. 7. Variația exergiei combustibililor cu umiditatea (raportată la masa umedă)

1 — pentru excesul teoretic de aer $\alpha = 1$; 2 — pentru $\alpha = 1{,}25$; 3 — pentru $\alpha = 1{,}5$.

la valori de 25%, 50%, 75% și 100% din umiditatea menționată în tabela 1. De mare importanță teoretică și practică este existența caracterului linear de variație a exergiei combustibililor cu umiditatea.

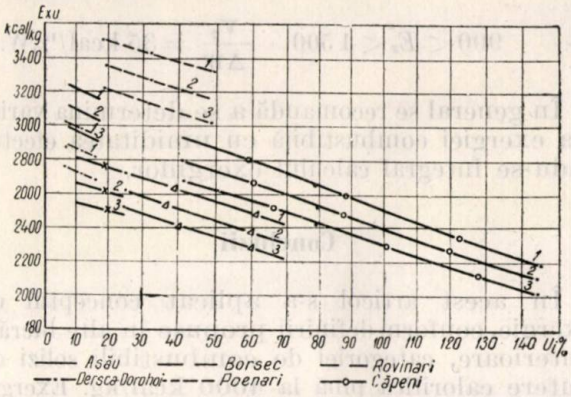


Fig. 8. Variația exergiei combustibililor cu umiditatea (raportată la masa uscată):
1 – pentru excesul teoretic de aer $\alpha = 1$; 2 – pentru $\alpha = 1{,}25$; 3 – pentru $\alpha = 1{,}5$.

Pentru a elimina influența primului factor care este nespecific s-a trecut la raportarea umidității la masa uscată a combustibilului care reprezintă cantitatea de apă ce revine unității de cantitate de combustibil în stare uscată. Sînt deci de deosebit :

W – umiditate la masă umedă %

U – umiditate la masă uscată %

$$U = W \frac{100}{100 - W}.$$

În fig. 8 sînt reprezentate aceleași curbe, de astă dată în funcție de U. Se constată menținerea caracterului linear, indiferent de combustibil sau de excesul de aer. Variația exergiei este mai pronunțată decît în reprezentarea din fig. 7 și corespunde variației reale astfel încît în continuare va fi folosită doar raportarea de umiditate la masa uscată.

Pentru a putea pune în evidență influența celorlalți factori enunțați, exergiile vor fi transcrise după relația (1a), în care apar entropiile specifice ale gazelor arse.

Pierderea exergetică prin creșterea umidității unui combustibil (V_u) de la umiditatea U^1 la umiditatea U^2 este egală cu

$$V_U = E_x^1 - E_x^2 = (\Delta I_R)_0^1 - T_0 G_g^1 (s_{t_1}^1 - s_0^1) - [(\Delta I_R)_0^2 - T_0 G_g^2 (s_{t_2}^2 - s_0^2)]. \quad (14)$$

Prin ordonarea corespunzătoare a termenilor relației (14) și prin adăugarea și scăderea mărimii $s_{t_1}^2$, care reprezintă entropia specifică a gazelor arse, produse prin arderea combustibilului cu umiditatea U^2, dar aflate la temperatura finală de ardere corespunzătoare arderii combustibilului cu umiditatea U^1, se obține.

$$V_U = 5{,}83\,(U^2 - U^1) - T_0 G_g^1 [(s_{t_1}^1 - s_{t_1}^2) - (s_0^1 - s_0^1)] + T_0 \frac{U^2 - U^1}{80{,}4} (s_{t_2}^2 - s_0^2) - T_0 G_g^1 (s_{t_1}^2 - s_{t_2}^2); \quad (14\,a)$$

Sub această formă ecuația (14 a) permite determinarea cantitativă a influenței factorilor amințiți. Astfel :

ΔV_U^I – partea din pierderea exergetică cu umiditatea cauzată de creșterea entalpiei de vaporizare a apei.

$$\Delta V_U^I = (\Delta I_R)_0^2 - (\Delta I_R)_0^1 = 5{,}83\,(U^2 - U^1); \quad (15)$$

în care 5,83 reprezintă entalpia specifică de vaporizare a apei la temperatura de 25°C împărțită la 100.

ΔV_U^C – partea din pierderea exergetică cu umiditatea cauzată de schimbarea compoziției gazelor arse

$$\Delta V_U^C = T_0 G_g^1 [(s_{t_1}^1 - s_{t_2}^2) - (s_0^1 - s_0^2)]; \quad (16)$$

$(\Delta V_U^t)'$ – partea din pierderea exergetică cu umiditatea datorită micșorării temperaturii, raportată la cantitatea suplimentară de vapori de apă din gazele arse ce provine din creșterea umidității combustibile

$$(\Delta V_U^t)' = T_0 \frac{U^2 - U^1}{80{,}4} (s_{t_2}^2 - s_0^2). \quad (17)$$

Acest termen include și influența factorului cantitativ care este egal cu $\frac{U^2 - U^1}{80{,}4}$;

$(\Delta V_U^t)''$ – partea din pierderea exergetică cu umiditatea, datorită micșorării temperaturii, raportată la cantitatea de gaze arse produse prin arderea combustibilului cu umiditatea de referință U^1.

$$(\Delta V_U^t)'' = - T_0 G_g^1 (s_{t_1}^2 - s_{t_2}^2); \quad (17\,a)$$

ΔV_U^t – partea din pierderea exergetică cu umiditatea raportată la unitatea de cantitate de combustibil de umiditate U^2

$$\Delta V_U^t = (\Delta V_U^t)' + (\Delta V_U^t)''; \quad (18)$$

rezultă

$$V_U = \Delta V_U^I + s\, V_U^C + \Delta V_U^t. \quad (14\,b)$$

În figurile 9 și 10 sînt reprezentate variațiile mărimilor menționate. La fel ca și la analiza

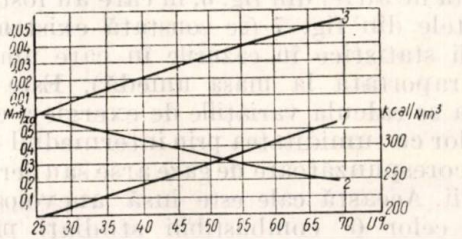


Fig. 9. Determinarea variației $(\Delta V_U^t)'$ și a componentelor sale cu umiditatea (raportată la masa uscată):
1 – creșterea cantității de gaze arse; 2 – variația entropiei specifice; 3 – curba $(\Delta V_U^t)'$.

influenței excesului de aer asupra exergiei combustibilului, se constată că variația compoziției gazelor arse influențează în mică măsură

și are ca efect micșorarea creșterii ireversibile de entropie, că cei doi componenți ai influenței temperaturii sînt de semn contrar și că rezultanta lor este pozitivă dar mult mai mică decît în cazul excesului (unde era factorul predominant) și că influența majoră o exercită creșterea entalpiei de vaporizare a cantității de apă aflată în combustibil. La fel ca în fig. 4 pe axa ordonatelor sînt trasate valori adimensionale raportate la

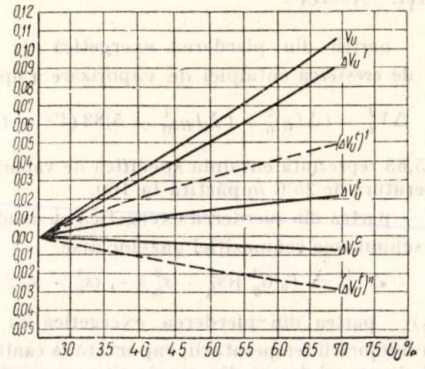


Fig. 10. Variația pierderii exergetice cu umiditatea și a componentelor sale (umiditatea este raportată la masa uscată).

exergia combustibilului cu umiditatea inițială U^2. Spre diferență însă de fig. 3, care este valabilă pentru toți combustibilii din domeniul studiat, fig. 10 este valabilă doar pentru combustibilul calculat (Rovinari $U^1=25{,}7\%$). În cercetarea influenței umidității, raportată la masă uscată, asupra exergiei combustibililor nu s-au putut revela proprietăți cu caracter statistic, deci pentru fiecare combustibil și mai mult chiar pentru același combustibil, dar la excese de aer diferite, variația exergiei combustibililor cu umiditatea este diferită, menținîndu-se însă întotdeauna alura lineară de variație.

În cazul raportării umidității la masa umedă relațiile (9), (10) și (11) sînt valabile pentru variațiile de umiditate ale combustibililor, cum rezultă de altfel din fig. 6, în care au fost plasate punctele din fig. 7 (se constată existența unei relații statistice în cazurile în care umiditatea este raportată la masa umedă). Este posibil deci a se calcula variațiile de exergie a combustibililor cu umiditatea prin intermediul cantităților corespunzătoare de gaze arse sau aer necesar arderii. Această cale este însă anevoioasă. În cazul celor 6 combustibili studiați pierderea exergetică cu umiditatea capătă, pentru creșterea umidității (raportată la masa umedă) cu 1 procent, valori ce variază între 32 și 42 kcal/kg. În general s-a constatat o descreștere a acestor valori cu 2—4 kcal/kg la creșterea excesului de aer de la valoarea teoretică la $\alpha_i = 1{,}25$ și $\alpha_i = 1{,}5$. Într-o aproximație grosieră se poate calcula scăderea exergiei unui combustibil solid cu umiditatea raportată la masa umedă acceptînd următoarele valori medii :

$$2\,000 < E_x^* < 2\,750 \qquad \frac{V_e}{\Delta W} = 38 \text{ kcal/\%W}$$

$$900 < E_x^* < 1\,500 \qquad \frac{V_e}{\Delta W} = 35 \text{ kcal/\%W}.$$

În general se recomandă a se determina variația exergiei combustibilă cu umiditatea efectuîndu-se integral calculul exergiilor.

Concluzii

În acest articol s-a aplicat conceptul de exergie, conform definirii propuse în alte lucrări anterioare, categoriei de combustibili solizi cu putere calorifică pînă la 4000 kcal/kg. Exergia caracteristică (pentru excesul de aer teoretic) a acestora reprezintă în medie 70% din puterea calorifică, restul de 30% reprezentînd pierderea exergetică prin neizotermismul arderii tehnice (neizoterme).

Cu creșterea excesului de aer al arderii, exergia combustibililor scade. Variația acesteia este practic aceeași în tot domeniul studiat, astfel încît cu suficientă precizie s-a obținut dependența gradului de eficacitate cu excesul de aer (α_1)

$$\Omega = \frac{1}{0{,}82+0{,}18\,\alpha_i};$$

S-a mai pus în evidență o altă proprietate cu caracter statistic în legătură cu dependența între cantitatea de gaze arse (sau cantitatea teoretică de aer necesar arderii) și exergie, dependență paralelă cu cea cunoscută între puterea calorifică și cantitatea de gaze arse (sau cantitatea teoretică de aer). În forma sa generală dependența menționată are exprimarea matematică

$$G_g^i = 0{,}8 + 0{,}6\,\alpha_i + (1{,}4\,\alpha_i - 0{,}15)\,(0{,}82 + 0{,}18\,\alpha_i)\frac{E_x}{1\,000}.$$

După această relație s-a construit o diagramă cu ajutorul căreia pe baza analizei elementare a combustibilului se poate determina grafic exergia acestuia la excesul de aer respectiv.

În continuare s-a constatat caracterul linear de variație a exergiei combustibililor solizi cu umiditatea, exergia micșorîndu-se cu creșterea umidității. Relația statistică de mai sus este valabilă pentru tot domeniul de variație a umidității, legînd variația de exergie cu umiditatea prin intermediul cantității de gaze arse.

În decursul lucrării se precizează și se calculează separat factorii ce influențează variația de exergie a combustibililor cu excesul de aer

și umiditatea (variații de masă, de entalpie de reacție, de compoziție și de temperatură), stabilindu-se sensul și intensitatea fiecăruia. Atît creșterea excesului de aer cît și a umidității combustibilului sînt considerate ca procese de amestecare ireversibilă între o cantitate inițială de gaze arse și o cantitate suplimentară de aer sau vapori de apă, ce are ca efect apariția pierderii exergetice respective, deci a micșorării exergiei combustibilului.

BIBLIOGRAFIE

[1] Buimovici D. : *Studii și cercetări de energetică*, 1958, nr. 2. p. 195.
[2] T.K.T.I.—V.T.I. : *Calculul termic al cazanelor cu aburi*. Normativ Moscova 1957.
[3] Vukalovici M. P. : *Proprietățile termodinamice ale gazelor* Moscova 1955.
[4] Bosnajakovic F. : *Termodinamică tehnică*, Dresden, 1935.
[5] Rosin P., Fehling R. : *Diagrama i—t. Berlin*, 1929.
[6] Boie W. : *Căldura* 1943, p. 234.

Considerații asupra alegerii presiunii inițiale optime în centrale termoelectrice de mare putere cu parametri înalți

Candidat în științe tehnice ing. *D.GRECOV*

În momentul actual asistăm la o creștere accentuată a economicității centralelor termoelectrice, creștere ce se realizează pe baza aplicării grupurilor bloc cazan-turbină de mare putere cu parametri înalți și supraînalți.

În U.R.S.S., vor intra curînd în funcțiune grupuri de 300 MW cu parametrii inițiali $P_0 = 300$ ata, $t_0 = 650°C$.

În domeniul supracritic al aburului s-au proiectat o serie de instalații în S.U.A. ca turbogrupul nr. 6 la termocentrala Philo cu parametrii inițiali $P_0 = 317$ ata, $t_0 = 621°$ C (intrat în funcțiune în martie 1957), turbogrupul nr. 1 la termocentrala Eddystone cu $p_0 = 352$ ata, $t_0 = 649°C$ (intrarea în funcțiune este programată în 1959).

În fig. 1 se dă evoluția ciclului termic în centralele termoelectrice în curs de 55 ani (firma Westinghouse).

Dacă luăm în considerație că creșterea anuală a temperaturii inițiale în ultimii 60 de ani, în S.U.A. a fost de cca. 6,7°C, iar în U.R.S.S. de cca. 6,9°C, se poate aștepta ca pînă în 1975 temperatura aburului să ajungă la o valoare de cca. 680—700°C [2].

Din fig. 1 se vede că trecerea la temperaturi mai ridicate decît 565C° a necesitat aplicarea oțelurilor de clasă austenitică cu o cantitate mare de adaosuri înnobilante.

Oțelurile de clasă austenitică sînt cu mult mai scumpe decît cele de clasă perlitică și comportarea lor în exploatare nu a fost suficient studiată, ceea ce face ca în majoritatea instalațiilor actuale să se prefere aplicarea temperaturilor sub limita de 570°C.

În concluzie, observăm că în general temperatura inițială a aburului în ciclul termic este limitată de condițiile de rezistență a materialului utilizat (pînă în prezent în instalațiile existente nu a depășit 650°C). Pentru o temperatură impusă a aburului (care se alege din limitele de rezistență a oțelurilor austenitice sau din considerente tehnico-economice), ridicarea presiunii aburului va conduce la o creștere a randamentului net al instalației, dar această creștere nu va fi continuă, avînd un maxim pentru o valoare P_0^{opt}, dincolo de care randamentul scade mai accentuat (fig. 2)*).

Valoarea optimă a presiunii inițiale pentru o temperatură $t_0 = \text{const.}$ depinde de o serie întreagă de factori interdependenți ca: lucrul mecanic consumat de pompele de alimentare, randamentul relativ intern al turbinei, presiunea în condensator, debitul de abur (puterea grupului), temperatura finală de preîncălzire a apei de alimentare, numărul de preîncălzitoare regenerative, iar în cazul aplicării supraîncălzirii intermediare valoarea p_0^{opt} va depinde de asemeni de numărul treptelor de supraîncălzire, de temperatura finală de supraîncălzire și de presiunea la care are loc acest proces. Asupra valorii presiunii optime p_0^{opt} o deosebită influență o are temperatura inițială a aburului t_0 (fig. 2).

Astfel după W. Ellrich [3] pentru o instalație de 125 MW

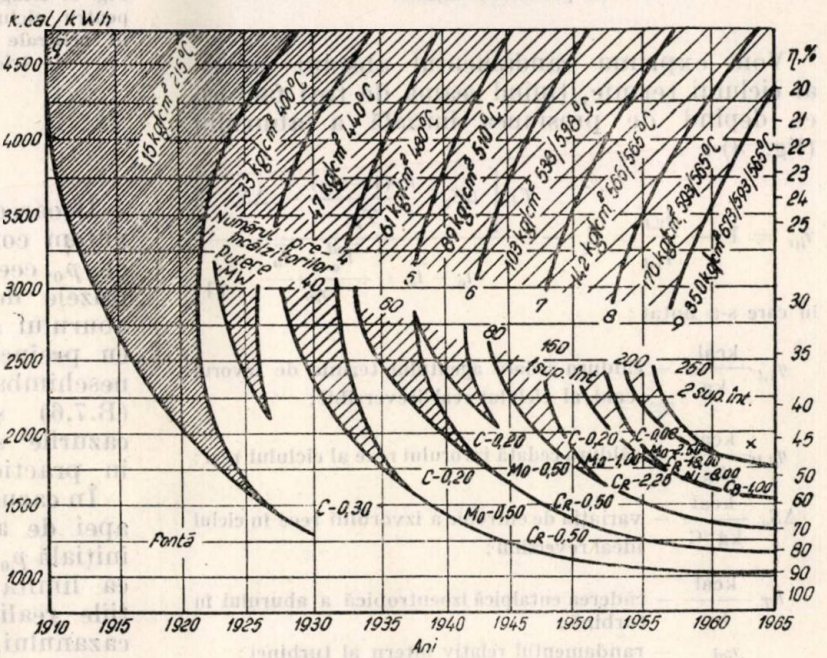


Fig. 1. Dezvoltarea istorică a parametrilor inițiali ai aburului aplicați în centrale termoelectrice.

cu dublă supraîncălzire intermediară, presiunea optimă pentru cazul $t = 520/490/490°C$ va fi cca. 260—275 ata, iar pentru $t = 620/550/550°C$, $p_0^{opt} > 300$ ata.

Aceleași rezultate le găsim și la alți cercetători ca Ph. Sporn, K. Schröder, Frank [4], [5].

Pînă în prezent determinarea presiunii optime a aburului s-a făcut pe baza variantelor de calcul, ceea ce necesită un foarte mare volum de calcule și nu permite să se analizeze influența diferiților factori asupra valorii optime p_0^{opt} sau o generalizare a rezultatelor.

În prezenta lucrare se dă o metodă grafo-analitică de calcul al presiunii optime a aburului în care se analizează influența diferiților factori enumerați mai sus.

Metoda are la bază o serie de relații cunoscute din termodinamica clasică.

*) S-a întocmit de colectivul catedrei Centrale Termice de la Inst. Energetic-Moscova sub conducerea prof. *Rtjkin V. E.* la care a colaborat și autorul.

Pentru a determina valoarea optimă a presiunii inițiale a aburului va trebui să rezolvăm ecuația de maxim a randamentului centralei termoelectrice.

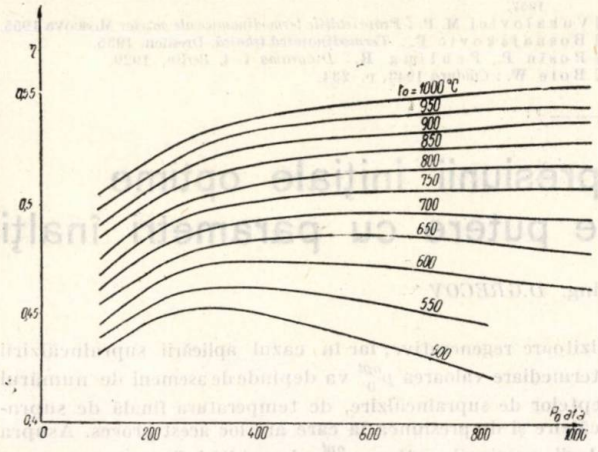


Fig. 2. Variația randamentului absolut al ciclului funcție de presiunea inițială.

Vom exprima randamentul absolut intern al ciclului termic, ținînd seama de toți factorii ce depind de presiunea inițială a aburului (fig. 3) :

$$\eta_{it} = 1 - \frac{q_{2,t}}{q_{1,t}} = 1 - \frac{T_K\left[\Delta S_0 + \frac{h_T(1-\eta_{oi})}{T_K} - \Delta S_r\right]}{i_0 - \overline{t}_a + \frac{\overline{t}_a^{ad} - \overline{t}_a}{\eta_p}} \qquad (1)$$

în care s-a notat :

$q_{1,t}$ $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ — căldura cedată agentului termic de izvorul cald al ciclului real ireversibil ;

$q_{2,t}$ $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ — căldura cedată izvorului rece al ciclului real ;

ΔS_0 $\frac{\text{kcal}}{\text{kg °C}}$ — variația de entropie a izvorului rece în ciclul ideal reversibil ;

h_T $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ — căderea entalpică izoentropică a aburului în turbină ;

η_{oi} — randamentul relativ intern al turbinei ;

ΔS_r $\frac{\text{kcal}}{\text{kg °C}}$ — micșorarea entropiei aburului în instalația de preîncălzire regenerativă a apei de alimentare ;

i_0 $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ — entalpia aburului viu (pentru parametrii inițiali ai aburului) ;

$\overline{t}_a$ $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ — entalpia apei de alimentare la ieșire din ultimul preîncălzitor regenerativ ;

$\overline{t}_a^{ad}$ $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ — entalpia apei de alimentare după o compresie adiabatică în pompa de alimentare a turbogrupului ;

η_p — randamentul hidraulic al pompei ;

T_k °K — temperatura aburului în condensator, corespunzătoare presiunii realizate p_k.

Observăm că expresia :

$$L_p = \frac{\overline{t}_a^{ad} - \overline{t}_a}{\eta_p} \cdot \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}\right] \qquad (2)$$

ce se află la numitorul relației (1) reprezintă lucrul mecanic consumat de pompele de alimentare, care pentru instalația cu parametrii scăzuți se poate neglija, dar în cazul instalațiilor moderne cu presiuni supraînalte acest factor are o influență hotărîtoare în determinarea parametrilor optimi ai centralei termoelectrice.

Analizînd termenii incluși în expresia (1), observăm că majoritatea lor depind de valoarea presiunii inițiale a aburului (fig. 3).

Vom considera temperatura finală de preîncălzire a apei de alimentare ca fiind dată $\overline{t}_a$ = const, de asemeni, presiunea în condensator P_k va fi impusă de condițiile de răcire realizate în centrală (T_k = const.).

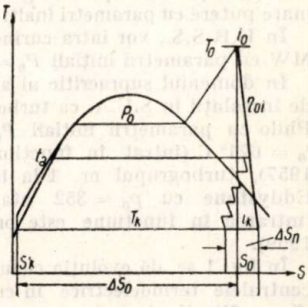


Fig. 3. Diagrama $T-S$ pentru ciclul de forță în centrale termoelectrice.

Deoarece ne-am situat pe premisa t_a = const., putem considera că valoarea ΔS_r nu depinde de p_0, ceea ce este exact în cazul cînd toate prizele de abur regenerativ se află în zona aburului saturat [pentru o schemă ideală sau cu preîncălzitori de suprafață cu o cantitate neschimbată a fluidului în linia de alimentare (B.7,6) și introduce o eroare neglijabilă în cazurile schemelor termice obișnuit întîlnite în practică.

În cazul general putem considera temperatura apei de alimentare t_a o funcție de presiunea inițială p_0, dar în acest caz trebuie avut în vedere că limita sa superioară este îngrădită de condițiile realizării unui randament acceptabil al cazanului.

Ținînd seama de aceste considerente impunem condiția de maxim a randamentului $\left(\frac{\partial \eta_i}{\partial p_0}\right) = 0$.

Deoarece în continuare ne va fi incomod să lucrăm cu parametrul p_0, vom alege ca parametru variabil valoarea entropiei inițiale a aburului S_0, care pentru o valoare impusă a temperaturii t_0 determină în mod univoc valoarea p_0.

În acest caz, ecuația de maxim a randamentului va fi :

$$\left(\frac{\partial \eta_i}{\partial S_0}\right)_{T_0} = T_K\left[\left(\frac{\partial \Delta S_0}{\partial S_0}\right)_{T_0} + \left(\frac{\partial h_T}{\partial S_0}\right)_{T_0}(1-\eta_{oi}) - \left(\frac{\partial \eta_{oi}}{\partial S_0}\right)_{T_0} h_T\right] q_{1,t} - \left[\left(\frac{\partial i_0}{\partial S_0}\right)_{T_0} - \left(\frac{\partial L_p}{\partial S_0}\right)_{T_0}\right] \cdot q_{2,t} = 0 \qquad (3)$$

Observăm din fig. (3) că în expresia $\Delta S_0 = S_0 - S'_k$ numai S_0 depinde de presiunea inițială p_0, deci $\frac{\partial \Delta S_0}{\partial S_0} = 1$.

În continuare, vom nota expresia $\left(\frac{\partial i_0}{\partial S_0}\right)_{T_0} = \Psi$.

Expresia $\left(\frac{\partial i_0}{\partial S_0}\right)_{T_0}$ poate fi exprimată prin mărimile cunoscute în termodinamică :

$$\left(\frac{\partial i_0}{\partial s_0}\right)_{T_0} = \frac{\left(\frac{\partial i_0}{\partial p}\right)_{T_0}}{\left(\frac{\partial S_0}{\partial p}\right)_{T_0}} = \frac{v - T_0\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_{p_0}}{\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_{p_0}} \qquad (4)$$

sau dacă ținem seama de expresia coeficientului de dilatare al aburului $\alpha = \frac{1}{v} \cdot \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_{p_0}$ găsim :

$$\Psi = \left(\frac{\partial i_0}{\partial S_0}\right)_{T_0} = \frac{\alpha T_0 - 1}{\alpha} \qquad (4')$$

Valoarea Ψ se poate calcula cunoscînd mărimea coeficientului de dilatare al aburului α pentru parametrii p_0 și t_0, dar mai ușor putem calcula direct din tabelele de abur [12] curbele $\Psi = t(p_0)$ pentru diferite valori ale temperaturii inițiale ale aburului t_0, folosind relația aproximativă :

$$\Psi_1 = \left(\frac{\partial i_0}{\partial S_0}\right)_{T_0} = \left(\frac{\partial i_0}{\partial S_0}\right)_{T_0} \qquad (5)$$

Căderea adiabatică a aburului în turbină va fi dată de relația :

$$h_T = i_0 - i_K \qquad (6)$$

unde :

i_k $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ este entalpia aburului la intrare în turbină în cazul destinderii izoentropice

Derivata parțială a expresiei (6) va fi :

$$\left(\frac{\partial h_T}{\partial S_0}\right)_{T_0} = \left(\frac{\partial i_0}{\partial S_0}\right)_{T_0} - \left(\frac{\partial i_k}{\partial S_0}\right)_{T_0} = \Psi - T_K. \qquad (7)$$

În continuare, observăm că valoarea lucrului mecanic al pompelor de alimentare L_p poate fi exprimată sub forma :

$$L_p = \frac{\bar{t}_a^{ad} - \bar{t}_a}{\eta_p} = \frac{\xi p_0 - p_k}{\eta_p} \cdot \frac{v_a \cdot 10^4}{427} \cdot \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \qquad (8)$$

unde :

$\xi \cdot \rho_0$ ata este presiunea apei la intrare în cazan ($\xi = 1{,}2 \div 1{,}3$) ;

v_a $\frac{m^3}{\text{kg}}$ — volumul specific al apei la temperatura medie de compresie în pompa de alimentare.

Considerînd relația (8) putem determina derivata mărimii L_p în raport cu entropia inițială S_0

$$\left(\frac{\partial L_p}{\partial S_0}\right)_{T^0} = \left(\frac{\partial L_p}{\partial P_0}\right)_{T_0} \cdot \left(\frac{\partial P_0}{\partial S_0}\right)_{T^0} = -\frac{\xi}{\eta_p} \cdot \frac{v_a}{(v_0 \cdot \alpha)_{p_0, t_0}}, \qquad (9)$$

în care am ținut seama că $\left(\frac{\partial p}{\partial S_0}\right)_{T_0} = -\frac{1}{(v_0 \cdot \alpha)_{p_0, t_0}}$.

Variația presiunii inițiale a aburului incumbă o schimbare a randamentului relativ intern al turbinei.

Pentru calculul randamentului relativ intern al turbinei η_{0i} vom folosi datele din literatura americană bazate pe noțiunea secțiunii critice echivalente de ajutaj F_c [8], [9] care se exprimă prin relația :

$$F_c = \frac{D}{36.2{,}03 \sqrt{\frac{p_0}{v_0}}} \text{ cm}^2 \qquad (10)$$

unde :

D $\frac{\text{kg}}{\text{oră}}$ este debitul de abur la intrare în turbină ;

p_0 ata — presiunea inițială a aburului ;

v_0 $\frac{m^3}{\text{kg}}$ — volumul specific al aburului la parametrii inițiali p_0 și t_0.

Din expresia (10) observăm că F_c depinde de mărimea debitului de abur la intrare în turbină (puterea grupului) și de valorile parametrilor inițiali.

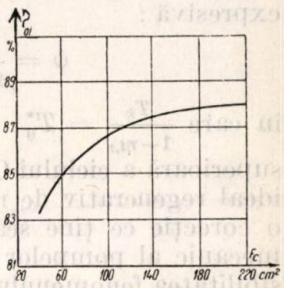


Fig. 4. Variația randamentului relativ intern al turbinei η_{0i} în funcție de valoarea F_c.

Analizînd fig. 4 în care se reprezintă variația randamentului relativ intern al turbinei η_{oi} în funcție de F_c, observăm că această variație are un caracter mult mai accentuat pentru valori ale secțiunii critice F_c sub 90—100 cm², iar pentru $F_c > 100$ cm² curba $\eta_{oi} = f(F_c)$ are o tendință de aplatizare.

Deoarece pentru o putere a turbogrupului impusă, la creșterea valorii p_0, debitul de abur se schimbă într-o mică măsură, în schimb valoarea $\sqrt{\frac{p_0}{v_0}}$ crește vertiginos, F_c va scădea în aceeași măsură, ceea ce atrage după sine o micșorare a randamentului relativ intern al turbinei (în sistemul de calcul expus se include și influența negativă a umidității aburului în ultimele trepte ale turbinei).

Avînd în vedere că randamentul relativ intern al turbinei se schimbă într-o măsură mai mare pentru turbogrupurile de putere relativ mai redusă cu presiuni inițial ridicate ($F_c < 100$ cm²) vom ține seama că valoarea derivatei $\left(\frac{\partial \eta_{oi}}{\partial S_0}\right)_{T_0} = K_p$ este o funcție de puterea grupului.

Introducînd termenii calculați (5), (7), (9) în ecuația de maxim a randamentului (3) și ținînd seama de notațiile adoptate, găsim :

$$\left(\frac{\partial \eta_{ir}}{\partial S_0}\right)_{T_0} = \left[1 + (\Psi - T_K) \cdot \frac{1 - \eta_{oi}}{T_k} - \frac{h_T}{T_k} \cdot K_p\right] q_{1,t} - \left[\Psi + \frac{\xi \cdot v_a}{(v_0 \alpha)_{p_0, t_0}} \cdot \frac{1}{\eta_p}\right] \cdot \frac{q_{2,t}}{T_k} = 0. \qquad (11)$$

Ținînd seama de expresia (4′) și de relația $\left(1-\frac{q_{2,t}}{q_{1,t}}\right)_{opt}=\eta_{i,r}^{max}$, găsim ecuația de optim a presiunii inițiale p_0:

$$\psi_T=\frac{T_k\left[\eta_{oi}-k_p\frac{h_T}{T_k}\right]-\frac{v_a\xi}{v_0\eta_p}T_0(1-\eta_{i,t})}{\eta_{oi}(1-\eta_{t,r})-\frac{v_a\xi}{v_0\eta_p}(1-\eta_{i,r})} \qquad (12)$$

unde:

$\eta_{tr}=\frac{\eta_{i,r}}{\eta_{oi}}$ reprezintă randamentul absolut al ciclului regenerativ cu destindere adiabatică în turbină.

Dacă notăm:

$$R=\frac{\eta_{oi}-Kp.\frac{h_T}{T_k}-\frac{v_a\xi}{v_0\eta_p}\cdot\frac{T_0}{T_k}(1-\eta_{i,r})}{\eta_{oi}-\frac{v_a\cdot\xi}{v_0\eta_p}\left[1-\frac{\eta_{tr}}{1-\eta_{tr}}(1-\eta_{oi})\right]} \qquad (13)$$

ecuația de optim (12) dobîndește o formă mai expresivă:

$$\psi=\frac{T_k}{1-\eta_{t,r}}\cdot R, \qquad (14)$$

în care $\frac{T_k}{1-\eta_{t,r}}=T_0^*$ reprezintă temperatura superioară a ciclului Carnot echivalent cu ciclul ideal regenerativ de randament $\eta_{t,r}$, iar R va fi o corecție ce ține seama de influența lucrului mecanic al pompelor de alimentare, de ireversibilitatea fenomenului de destindere a aburului în turbină, de schimbarea randamentului relativ intern al turbinei și de lucrul mecanic consumat de pompele de alimentare.

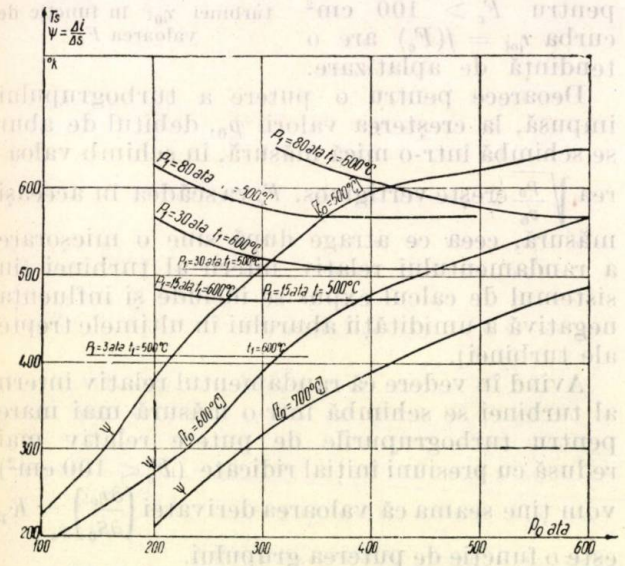


Fig. 5. Funcțiile $\psi=f(p_0)$ pentru diferite valori ale temperaturii inițiale t_0.

Ecuația de optim (14) se poate calcula prin metoda aproximațiilor succesive.

Cum valorile K_p, V_a, η_{ir}, $\eta_{t,r}$ sînt aproximativ constante într-un domeniu larg de variație a presiunii, de obicei sînt suficiente 1—2 încercări pentru a găsi rezultatul exact.

Variația funcției $\psi=f(p_0)$ se dă în fig. 5 pentru diferite valori ale temperaturii inițiale a aburului $t_0=500$, 600, 700°C.

Calculînd pentru un p_0 inițial ales valoarea RT_0^*) găsim la intersecția curbei $\psi=f(p_0)$ și dreptei $\Psi=RT_0^*$ valoarea p_0^{opt} care poate diferi într-o măsură oarecare de p_0 inițial ales. O repetare a calculului cu noua valoare p_0 ne conduce la rezultatul exact al ecuației (14).

În cazul ciclurilor ideale reversibile $R=1$ și ecuația (14) devine:

$$\psi=T_0^*. \qquad (14')$$

Observăm din fig. 5 că funcția $\psi=f(p_0)$ are o alură crescătoare, iar T_0^* depinde de economicitatea ciclului ideal, deci în special de temperatura inițială a aburului t_0.

Cu cît randamentul ciclului va fi mai ridicat (T_0^* corespunzător mai mare) cu atît p_0^{opt} va avea o valoare mai mare. Aceeași concluzie se poate trage și pentru cazul ciclurilor reale ireversibile.

Metoda de calcul expusă se poate extinde și în cazul ciclurilor cu supraîncălzire intermediară, dar trebuie avut în vedere că în acest caz presiunea de supraîncălzire intermediară va trebui să corespundă valorii optime la schimbarea parametrilor inițiali [10].

Deoarece aplicarea supraîncălzirii intermediare oferă o creștere a randamentului ciclului T_0^* va crește corespunzător, ceea ce conform ecuației (14) conduce la o creștere a presiunii optime a aburului viu (în comparație cu ciclurile simple).

Metoda expusă permite să se determine presiunea optimă care să asigure un minim al consumului specific de căldură.

Exemplu de calcul

Vom calcula pe baza formulei (14) valoarea presiunii inițiale optime p_0, ce asigură un minim al consumului specific de căldură.

Puterea instalației $N=300$ MW.

Temperatura inițială a aburului $t_0=600$°C.

Temperatura apei de alimentare la intrare în cazan $t=320$°C

Numărul preîncălzitoarelor $z=9$.

Considerînd în prealabil că zona de optim se află situată în jurul valorii $p_0=400$ ata, din tabelele de abur [12] determinăm:

$$v_0=0{,}0822\ \frac{m^3}{kg}\quad [p_0=400\text{ ata},\ t_0=600°C]$$

$$(v_a)_{t_a=320°C}=0{,}001499\ \frac{m^3}{kg}.$$

Randamentul relativ intern al turbinei îl găsim din calcul $\eta_{oi}=0{,}85$, iar randamentul hidraulic al pompei îl alegem $\eta_p=0{,}8$.

La parametrii inițiali ai aburului $p_0 = 400$ ata, $t_0 = 600°C$, dintr-un calcul preliminar găsim valoarea randamentului absolut al ciclului $\eta_{ir} = 0{,}45$ sau $\eta_{ir} = \frac{\eta_{ir}}{\eta_{0i}} = 0{,}53$.

Calculăm termenii din expresia coeficientului R în formula (14);

$$\frac{v_a}{v_0\,\eta_p} \cdot \frac{T_0}{T_k}(1-\eta_{ir}) = \frac{0{,}001499}{0{,}009822.0{,}8} \cdot \frac{873}{297} \cdot (1-0{,}45) = 0{,}368$$

$$\frac{\eta_{tr}}{1-\eta_{tr}}(1-\eta_{0i}) = \frac{0{,}53}{1-0{,}53} \cdot 0{,}15 = 0{,}169$$

$$\left[1 + \frac{\eta_{tr}}{1-\eta_{tr}}(1-\eta_{0i})\right] \frac{v_a}{v_0 \cdot \eta_p} = 1{,}169 \frac{0{,}001499}{0{,}00822.0{,}8} = 0{,}2665.$$

În vederea determinării coeficientului K_p, observăm că pentru puterea turbogrupului $N = 300$ MW și parametrii inițiali $p_0 = 400$ ata, $t_0 = 600°C$ $\left(s_0 = 1{,}4513 \frac{\text{kcal}}{\text{kg.°C}}\right)$ găsim o secțiune echivalentă $F_c = 62$ cm², căreia îi corespunde $\eta_{0i} = 0{,}85$, iar pentru parametrii inițiali $p_0 = 300$ ata, $t_0 = 600°C$ $\left(s_0 = 1{,}4976 \frac{\text{kcal}}{\text{kg°C}}\right)$ găsim $F_c = 85{,}4$ cm² sau $\eta_{0i} = 0{,}863$. Considerînd o variație lineară a randamentului turbinei η_{0i} în intervalul de presiuni $p_0 = 300 \div 400$ ata,

$$k_p = \left(\frac{\Delta\eta_{0i}}{\Delta s_0}\right)_{T_0} = \frac{0{,}863-0{,}851}{1{,}4976-1{,}4513} = 0{,}026$$

$$\frac{k_p \cdot h_T}{T_k} = \frac{0{,}026.432}{297} = 0{,}0378$$

$$R = \frac{0{,}85 - 0{,}368 - 0{,}0378}{0{,}85 - 0{,}2665} = 0{,}762.$$

Ecuația de optim (14) devine:

$$\psi = 0{,}762 \cdot \frac{297}{1-0{,}53} = 483°\text{K}.$$

Din fig. 5 pentru $t_0 = 600°C$ observăm că valorii $\psi = 483°K$ îi corespunde $p_0^{opt} = 405$ ata, ceea ce aproape coincide cu valoarea aleasă inițial și corespunde soluției găsite pe baza variantelor de calcul.

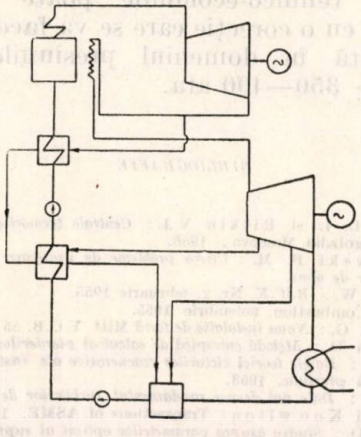


Fig. 6. Scheme termice de aplicație a ciclului înaintaș.

Un interes deosebit reprezintă problema determinării presiunii inițiale optime a aburului în cazul ciclurilor înaintașe.

Trecerea la parametri înalți în cazul termocentralelor existente cu parametri scăzuți se poate face prin introducerea turbinei înaintașe alimentate cu abur la presiune și temperatură ridicate. Aburul de parametri înalți se destinde în turbina înaintașă pînă la presiunea aburului ce alimentează turbinele de bază ale centralei (fig. 6).

Un caz similar avem în cazul ciclului cu supraîncălzire intermediară, cînd presiunea în supraîncălzitorul intermediar este menținută constantă din motive constructive sau tehnologice.

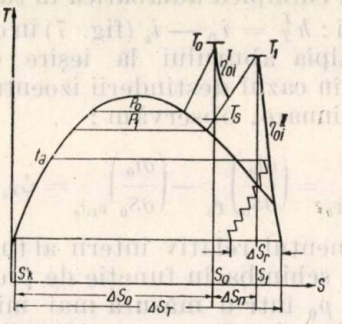


Fig. 7. Diagrama $T - S$ în cazul aplicării ciclului înaintaș.

Randamentul ciclului complex va fi dat de expresia (fig. 7);

$$\eta_{ir} = 1 - \frac{T_K\,\Delta S_T}{q_{1,T}} = 1 - \frac{T_K\left[\Delta s_0 + C_p \ln\frac{T_1}{T_s} + \frac{h_T^{II}\left(1-\eta_{0i}^{II}\right)}{T_K} - \Delta s_r\right]}{i_0 - \bar{t}_a + C_p(T_1 - T_s) - h_T^I\left(1-\eta_{0i}^I\right) - L_p}. \quad (15)$$

unde s-au introdus notațiile suplimentare:

$\Delta S_T \frac{\text{kcal}}{\text{kg°C}}$ — creșterea totală a entropiei izvorului rece pentru 1 kg a agentului de lucru;

T_1 °K — temperatura aburului la intrare în turbina de bază;

T_1 °K — temperatura aburului la ieșire din turbina înaintașă în cazul destinderii izoentropice;

$h_T^I, h_T^{II} \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ — căderile entalpice adiabatice ale aburului respectiv în turbinele înaintașe și de bază;

$\eta_{0i}^I, \eta_{0i}^{II}$ — randamentele relativ interne respectiv în turbinele de înaltă și joasă presiune;

$c_p \frac{\text{kcal}}{\text{kg°C}}$ — căldura specifică a aburului în procesul de supraîncălzire a aburului la presiunea p_1 de intrare a aburului în cilindrul de joasă presiune (turbina de bază).

Deoarece presiunea și temperatura la intrare în turbina de bază sînt menținute constante ($p_1 = \text{const}$, $t_1 = \text{const}$), creșterea de entropie a izvorului rece în ciclul complex nu depinde

de variația parametrilor inițiali în ciclul înaintaș ($\Delta S_T = \text{const}$).

Avînd în vedere relația $\Delta S_T = \text{const}$, ecuația de maxim a valorii randamentului (15) va fi dată de expresia :

$$\left(\frac{\partial q_{1,t}}{\partial S_0}\right)_{T_0} = 0 \qquad (16)$$

în care :

$$q_{1,t} = i_0 - \bar{t}_a + c_p (T_1 - T_s) - h_T^I (1 - \eta_{0i}^I) - L_p \qquad (17)$$

Căderea entalpică adiabatică în turbina înaintașă va fi : $h_T^I = i_0 - i_s$ (fig. 7) în care i_s reprezintă entalpia aburului la ieșire din turbina înaintașă în cazul destinderii izoentropice.

În continuare, observăm :

$$\left(\frac{\partial h_T^I}{\partial S_0}\right)_{T_0} = \left(\frac{\partial i_0}{\partial S_0}\right)_{T_0} - \left(\frac{\partial i_0}{\partial S_0}\right)_{p_1, t_0} = \psi_{T_0} - T_s. \qquad (18)$$

Randamentul relativ intern al turbinei înaintașe se va schimba în funcție de presiunea aburului viu p_0 într-o măsură mai mică deoarece nu intervine și influența umidității aburului în ultimele trepte ale turbinei (umiditatea se menține constantă pentru $p_1 = \text{const}$. $t_1 = \text{const}$). Notăm derivata

$$\left(\frac{\partial \eta_{0i}^I}{\partial S_0}\right)_{T_0} = K.$$

Ținînd seama de relațiile (17), (18), (4′) și de notațiile introduse, ecuația de maxim a randamentului va fi :

$$\psi \cdot \left[\eta_{0i}^I - \frac{v_a \xi}{v_0 \eta_p}\right] = T_s \eta_{0i}^I - K I h_T^I - \frac{v_0 \xi}{v_0 \eta_p} \cdot T_0 \qquad (19)$$

sau :

$$\psi = T_s \cdot R_s \qquad (20)$$

$$\text{unde : } R_s = \frac{\eta_{0i}^I - k_1 \frac{h_T^I}{T_s} - \frac{v_a \xi}{v_0 \eta_p} \cdot \frac{T_0}{T_s}}{\eta_{0i}^I - \frac{\eta_0}{v_0 \eta_p}}$$

Ecuația (20) se rezolvă prin metoda aproximațiilor succesive, deoarece mărimile ψ, T_s, h_T^I, v_0, η_{0i}^I sînt funcții de valoarea presiunii inițale p_0.

Pentru o rezolvare mai comodă a ecuației (20) folosim diagrama din fig. 5 în care sînt date valorile funcției $\psi = f(p_0)$ pentru diferite temperaturi inițiale ale aburului. Observăm că în cazul ciclului reversibil $R_s = 1$ și ecuația (20) devine :

$$\psi = T_s. \qquad (20')$$

În fig. 5 se dau exemple de rezolvare grafică a ecuației (20′) prin construcția a 2 curbe reprezentînd $\psi = f(p_0)$ pentru $t_0 = 500, 600, 700°C$ și $T_s = f(p_0)$ pentru $p_1 = 15, 30, 80$ ata.

La intersecția curbelor $\psi = f(p_0)$ și $T_s = [f(p_0)]\ p_1$ găsim valoarea optimă a parametrului p_0, ceea ce a fost verificat de autor prin metoda variantelor de calcul [φ. 11].

Din ecuațiile de optim (20), (20′) rezultă că pentru cazul ciclurilor înaintașe valoarea presiunii inițiale optime a aburului în ciclul înaintaș nu depinde de temperatura de supraîncălzire a aburului în ciclul de bază.

Concluzii

Metoda expusă permite să se evite un mare volum de calcule pe care îl necesită metoda obișnuită a variantelor și în același timp pune în evidență influența calitativă și cantitativă a diferiților factori asupra parametrului optim studiat.

Creșterea temperaturii inițiale a aburului t_0 conduce la o creștere accentuată a presiunii optime, în special la turbogrupurile de mare putere.

Lucrul mecanic consumat de pompele de alimentare frînează în cea mai mare măsură această creștere, ceea ce face ca pentru temperaturi de 550—600°C, presiunea optimă recomandată să fie în limitele de 300—400 ata.

Aplicarea preîncălzirii regenerative a apei de alimentare conduce la o creștere a economicității ciclului [sau a valorii T_0^* în ecuația (14)] ceea ce are drept urmare o mărire a presiunii inițiale optime a aburului. În cazul ciclurilor înaintașe, această influență este minoră, factorul determinant fiind presiunea aburului în ciclul de bază.

Schimbarea umidității aburului în ultimele trepte ale turbinei și ale razei hidraulice pentru secțiunea de trecere a aburului cu variația presiunii p_0, poate avea un rol determinant asupra valorii p_0^{opt} în special la turbogrupuri de mică putere și fără supraîncălzire intermediară.

Calculul tehnico-economic poate interveni de asemeni cu o corecție care se va face probabil mai simțită în domeniul presiunilor foarte înalte $p_0 > 350$—400 ata.

BIBLIOGRAFIE

[1] Kerțeli L. I. și Rijkin V.I.: *Centrale termoelectrice*, ediția II. Gosenergoizdat Moscova. 1956.
[2] Troianovski B. M. : *Cîteva probleme de proiectare și exploatare a turbinelor de abur.*
[3] Elbrich W.: *B.W.K.* Nr. 2, februarie 1955.
[4] Frank : Combustion, noiembrie 1955.
[5] Noetzlin G.: *Noua instalație de forță* Mitt V.G.B. 55, august 1958.
[6] Gohstein D : *Metodă entropică de calcul al pierderilor energetice* 1951
[7] Kalafati: *Bazele teoriei ciclurilor regenerative ale instalațiilor cu abur de înaltă presiune*, 1953.
[8] Lobanov: *Date noi despre randamentul turbinelor de înaltă presiune*
[9] Elston și Knowlton: Transactions of ASME, 1952.
[10] Grecov D.: *Studiu asupra parametrilor optimi ai supraîncălzirii intermediare a aburului la CT.E. de mare putere.* Energetica ASIT, nr. 1, 1959
[11] Grecov D.: *Disertație* (l. rusă) 1958.
[12] Vucalovici M. P. : *Proprietățile termodinamice ale apei și aburului*, ediția VI.

Determinarea mărimii supraîncălzitoarelor de radiaţie la cazanele de abur

Ing. N. ANTONESCU

Utilizarea în construcţia cazanelor a supraîncălzitoarelor de radiaţie este foarte indicată din punctul de vedere al eficacităţii lor termice. Astfel, se constată uşor din analiza formulelor de calcul, că o temperatură ridicată de supraîncălzire a aburului (este cazul special al parametrilor înalţi), duce la o micşorare importantă a căldurii schimbate prin convecţie, în timp ce la schimbul de căldură prin radiaţie, temperaturile fluidelor intervenind la puterea a 4-a, efectul temperaturii ridicate de supraîncălzire influenţează neglijabil schimbul de căldură.

Într-adevăr, densitatea fluxului termic convectiv, se poate scrie :

$$q_c = k\,(t_{mg} - t_s)\ \frac{kcal}{m^2\,h} \qquad (1)$$

şi comparativ pentru două cazuri cu temperaturi de supraîncălzire diferite :

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{t_{mg} - t_{s2}}{t_{mg} - t_{s1}} \qquad (2)$$

unde : k este coeficientul de transmitere a căldurii Kcal/m²h°C ;
t_{mg} — temperatura medie a gazelor (°C) ;
t_s — temperatura medie de supraîncălzire (°C).

Densitatea fluxului termic radiant este dată de relaţia :

$$q_r = C\,10^{-8}\,(T_{mg}^4 - T_s^4) \qquad (3)$$

şi comparativ pentru două cazuri cu temperaturi diferite de supraîncălzire :

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{T_{mg}^4 - T_{s2}^4}{T_{mg}^4 - T_{s1}^4} \qquad (4)$$

unde : c este constanta de radiaţie şi de formă ;
T_{mg} şi T_s — temperaturile absolute ale fluidelor.

În graficul din fig. 1 se dă, pentru temperatura gazelor de 1 000° şi 800°C variaţia densităţii fluxului convectiv şi radiant funcţie de temperatura de supraîncălzire a aburului.

Un alt avantaj important al utilizării combinate a supraîncălzitoarelor convective cu cele de radiaţie este posibilitatea obţinerii unei temperaturi constante a aburului supraîncălzit la variaţiile de debit ale cazanului. Este cunoscut faptul că cu creşterea debitului diferenţa de entalpie preluată de abur creşte la suprafeţe convective şi scade la suprafeţe radiante. Rezultă deci posibilitatea obţinerii, prin combinarea unei supraîncălziri într-o suprafaţă convectivă cu o supraîncălzire într-o suprafaţă de radiaţie, a unei temperaturi constante a aburului, după cum este indicat în fig. 2.

Cu toate aceste avantaje, mărimea supraîncălzitorului de radiaţie trebuie aleasă numai în urma unui calcul tehnico-economic complet, deoarece pe de o parte preţul specific de cost al suprafeţelor de radiaţie, din cauza materialului

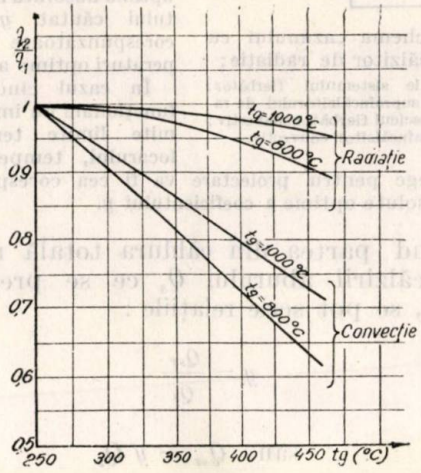


Fig. 1. Variaţia densităţii fluxului convectiv şi radiant cu temperatura de supraîncălzire a aburului.

special necesar, este sensibil mai ridicat decît costul specific al suprafeţelor convective şi pe de altă parte costul instalaţiilor anexe cazanului este variabil de asemenea cu mărimea părţii radiante a supraîncălzitorului.

Un calcul tehnico-economic complet trebuie să ţină seama de ansamblul instalaţiei de producere a aburului şi instalaţiei de reglaj a temperaturii aburului supraîncălzit, deoarece, cum s-a arătat, costul de investiţii şi exploatare al ambelor instalaţii variază cu raportul dintre căldura de supraîncălzire preluată prin radiaţie şi căldura totală de supraîncălzire. Funcţie de acest raport, notat în continuare în lucrare cu y, fiecare din cele două instalaţii prezintă un optim separat. Pentru determinarea optimului general al instalaţiei de cazan în ansamblu se însumează curba de cost a suprafeţelor din cazan cu curba minimă de cost a instalaţiei de reglaj, funcţie de y şi se determină la minimul curbei rezultate valoarea optimului general y.

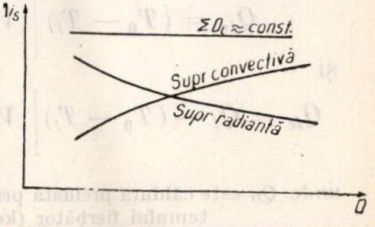


Fig. 2. Variaţia temperaturii de supraîncălzire cu debitul.

În cele ce urmează se va analiza problema adoptării supraîncălzitoarelor de radiaţie, numai din punctul de vedere al economicităţii suprafeţelor de cazan. Schema generală a cazanului analizat este dată în fig. 3.

Analizînd în principiu posibilitatea de a determina raportul optim y, se ajunge la condiţia necesităţii impunerii unui parametru suplimentar. Într-adevăr, împărţirea atît a sistemului fierbător cît şi a supraîncălzitorului în cîte două suprafeţe,

una radiantă și una convectivă, necesită două condiții. Una din condiții duce la determinarea raportului y optim, a doua condiție însă trebuie impusă ca parametru. După cum este vorba de proiectarea unui cazan nou sau de modernizarea unui cazan existent, parametrul ales poate fi temperatura focarului t_F, sau suprafața ecranelor sistemului fierbător F_{sr}.

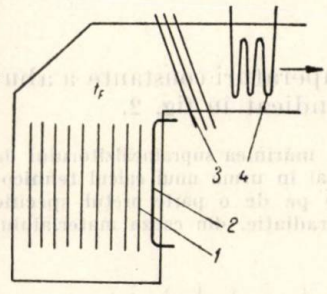


Fig. 3. Schema cazanului cu supraîncălzitor de radiație:
1 — ecranele sistemului fierbător; *2* — ecranele supraîncălzitorului de radiație; *3* — fescicul fierbător convectiv; *4* — supraîncălzitor convectiv.

În această primă notă se alege ca parametru temperatura focarului t_F. Calculul se va desfășura în consecință în etape succesive, impunînd în fiecare etapă o valoare anumită parametrului t_F. Va rezulta pentru fiecare temperatură a focarului un y optim și pentru ansamblul valorilor date parametrului, o valoare optimă absolută a coeficientului căutat y, valoare corespunzătoare unei temperaturi optime a focarului.

În cazul cînd condiții funcționale nu impun anumite limite temperaturii focarului, temperatura ce se va alege pentru proiectare va fi cea corespunzătoare valorii absolute optime a coeficientului y.

y fiind partea din căldura totală necesară supraîncălzirii aburului Q_s ce se preia prin radiație, se pot scrie relațiile :

$$y = \frac{Q_{sr}}{Q_s} \tag{5}$$

$$\text{sau} \quad Q_{sr} = y\,Q_s \tag{6}$$

$$\text{și} \quad Q_{sc} = (1 - y)\,Q_s \tag{7}$$

unde: Q_{sr} este căldura preluată prin radiație de ecranele supraîncălzitorului $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{h}}\right)$;

Q_{sc} — căldura preluată de fasciculul convectiv al supraîncălzitorului (kcal/h).

Temperatura focarului T_f fiind un parametru impus rezultă și relațiile pentru căldura primită de sistemul fierbător :

$$Q_{fr} = (T_0 - T_f) \left| V_g \cdot C_p \right|_{T_f}^{T_0} - y\,Q_s \tag{8}$$

și

$$Q_{fc} = Q_f - (T_0 - T_f) \left| V_g \cdot C_p \right|_{T_f}^{T_0} + y\,Q_s \tag{9}$$

unde: Q_{fr} este căldura preluată prin radiație de ecranele sistemului fierbător (kcal/h);

Q_{fc} — căldura preluată de fasciculul convectiv al sistemului fierbător (kcal/h);

Q_f — căldura totală necesară sistemului fierbător (kcal/h);

T_0 — temperatura teoretică de ardere (°K);

V_g — volumul gazelor de ardere (Nm^3/h);

C_p — căldura lor specifică medie (kcal/Nm^3 °C).

Din relațiile (6)—(9) se vede că toate suprafețele fierbătoare și supraîncălzitoare depind de coeficientul y, care va fi ales în cele ce urmează variabilă independentă.

Costul total de investiții și exploatare C pentru cele patru suprafețe analizate poate fi scris sub forma :

$$C = Z\,(C_{fr}F_{fr} + C_{sr}F_{sr} + C_{fc}F_{fc} + C_{sc}F_{sc}) + C_e \cdot n\,(M_{fc} + M_{sc}) \tag{10}$$

unde : Z este cota de amortizare anuală a investițiilor;

C — costul specific al suprafeței (lei/m^2) referitoare la suprafața ai cărei indici îi poartă;

F — suprafața de schimb (m^2). Indicii au semnificația f = sistem fierbător, s = supraîncălzitor, r = de radiație, c = de convecție;

C_e — costul energiei electrice (lei/kWh);

n — număr de ore de funcționare anuală a cazanului;

M — puterea necesară la motorul exhaustorului pentru învingerea rezistenței de trecere a gazelor prin suprafața indicată de indici (kW).

Valoarea optimă a coeficientului y se determină anulînd derivata în raport cu y a funcției costului total (10)

$$\frac{\partial c}{\partial y} = Z\left(C_{fr}\frac{\partial F_{fr}}{\partial y} + C_{sr}\frac{\partial F_{sr}}{\partial y} + C_{fc}\frac{\partial F_{fc}}{\partial y} + C_{sc}\frac{\partial F_{sc}}{\partial y}\right) + C_e \cdot n\left(\frac{\partial M_{fc}}{\partial y} + \frac{\partial M_{sc}}{\partial y}\right) = 0 \cdot \tag{11}$$

După cum se va analiza în continuare ecuația (11) este o ecuație de gradul 3 în y și se rezolvă prin aproximații succesive. Se calculează valoarea derivatei $\frac{\partial c}{\partial y}$ pentru două valori cele mai probabile pentru y și se află grafic valoarea pentru y optim care anulează derivata. Pentru o precizie mai mare se poate calcula funcția pentru valoarea y_{optim} găsită și se face corecția necesară după cum este indicat în fig. 4.

Valoarea coeficientului x de ecranare pentru sistemul fierbător, reprezentînd raportul dintre căldura preluată de ecranele sistemului fierbător Q_{fr} și căldura totală necesară sistemului fierbător Q_f, se determină folosind relația (8) :

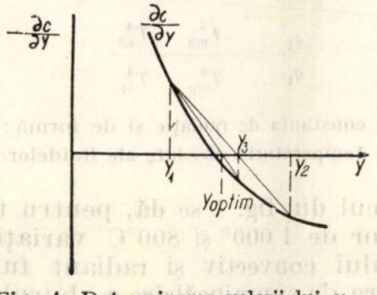


Fig. 4. Determinarea valorii lui y_{optim}.

$$x = \frac{Q_{fr}}{Q_f} = \frac{(T_0 - T_f) \left| V_g \cdot C_p \right|_{T_f}^{T_0} - y\,Q_s}{Q_f} \tag{12}$$

de unde :

$$x_{optim} = -\,y_{optim} \cdot \frac{Q_s}{Q_f} + \frac{(T_0 - T_p) \left| V_g \cdot C_p \right|_{T_f}^{T_0}}{Q_f} \tag{13}$$

În continuare se vor analiza expresiile de calcul ale derivatelor ce intervin în formula (11).

Expresia derivatelor $\frac{\partial F_{fr}}{\partial y}$ și $\frac{\partial F_{sr}}{\partial y}$

Suprafața necesară ecranelor sistemului fierbător este dată, ținînd seama de căldura ce trebuie preluată, după formula (8).

$$F_{fr} = \frac{(T_0 - T_f)\left| V_g \cdot C_p \right|_{T_f}^{T_0} - yQ_s}{q_r} \tag{14}$$

unde: q_r reprezintă fluxul radiant la o suprafață plasată în focar:

$$q_r = c\,\psi \cdot 10^{-8}\, T_f^4 \tag{15}$$

c — constanta de formă și de negreală a focarului;
ψ — coeficientul de așezare a ecranelor.

Pentru ipoteza adoptată, în care temperatura focarului T_f este impusă, rezultă $q_r = \text{const.}$ În acest caz formula (14) dă prin derivare:

$$\frac{\partial F_{fr}}{\partial y} = -\frac{Q_s}{q_r}. \tag{16}$$

Suprafața necesară ecranelor de supraîncălzitor plasate în focar F_{sr}, este determinată de relația de schimb de căldură în care intervine cantitatea de căldură necesară după formula (6):

$$F_{sr} = \frac{yQ_s}{q_r}. \tag{17}$$

După cum s-a arătat, q_r fiind o constantă, rezultă derivata:

$$\frac{\partial F_{sr}}{\partial y} = \frac{Q_s}{y_r}. \tag{18}$$

Expresia derivatelor $\frac{\partial F_{fc}}{\partial y}$ și $\frac{\partial F_{sc}}{\partial y}$

Suprafața fasciculului fierbător convectiv este dată de relația:

$$F_{fc} = \frac{Q_{fc}}{K_{fc}\Delta_{tm_{fc}}} \tag{19}$$

unde: K_{fc} este coeficientul de transmitere a căldurii prin convecție (kcal/m²h.°C);
$\Delta_{tm_{fc}}$ — diferența medie de temperaturi (°C).

Utilizînd relația (9) pentru căldura Q_{fc} preluată, se obține:

$$F_{fc} = \frac{Q_f - (T_0 - T_f)\left| V_g \cdot C_p \right|_{T_f}^{T_0} + y\,Q_s}{K_{fc} \cdot \Delta_{tm_{fc}}}. \tag{20}$$

Înainte de a deriva această relație este necesară analiza mărimilor K_{fc} și $\Delta_{tm_{fc}}$ care sînt și ele funcții de y.

Temperatura medie a gazelor ce scaldă fasciculul este:

$$t_{m_{fc}} = t_f - \frac{Q_{fc}}{2\left| V_g \cdot C_p \right|_{T_{fc}}^{T_0}} \tag{21}$$

sau

$$t_{m_{fc}} = t_f - \frac{Q_f - (T_0 - T_f)\left| V_g \cdot C_p \right|_{T_f}^{T_0} + y\,Q_s}{2\left| V_g \cdot C_p \right|_{T_{fc}}^{T_f}}. \tag{22}$$

În calculul temperaturii medii intervine, pentru calculul valorii medii a produsului $(V_g \cdot C_p)$, temperatura de la sfîrșitul fasciculului fierbător convectiv T_{fc}. Această temperatură fiind determinată de cantitățile de căldură preluate pînă în acest punct $(Q_{fr} + Q_{sr} + Q_{fc})$ este o funcție de coeficientul y. Analizînd totuși influența temperaturii T_{fc} asupra temperaturii $t_{m_{fc}}$ în determinarea căreia intervine ca o limită a produsului $(V_g \cdot C_p)$ rezultă posibilitatea de a nu ține seama de variația temperaturii T_{fc} cu variabila y deoarece o abatere a acesteia de ± 100°C nu influențează asupra produsului $(V_g \cdot C_p)$ decît cu max. 1 %. În consecință este indicat ca T_{fc} să fie aproximat cu o temperatură constantă aleasă.

Diferența medie de temperatură, admițînd cu o precizie suficientă calculul diferenței medii aritmetice de temperaturi, rezultă:

$$\Delta t_{m_{fc}} = t_{m_{fc}} - t' \tag{23}$$

unde t' este temperatura de saturație a apei din sistemul fierbător (°C)

Coeficientul de transmiterea căldurii K_f depinde de temperatura medie a gazelor, deoarece $K = f(t)$, iar această temperatură medie a gazelor depinde de y după relația (22).

Cu aceste precizări, derivata relației (19) ia următoarea formă:

$$\frac{\partial F_{fc}}{\partial y} = F_{fc}\left[\frac{Q_s}{Q_f - (T_0 - T_f)\left| V_g \cdot C_p \right|_{T_f}^{T_0} + yQ_s} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{K_{fc}}\frac{\partial K_{fc}}{\partial t}\,\frac{Q_s}{2\left| V_g \cdot C_p \right|_{T_{fc}}^{T_f}} + \frac{1}{\Delta t_{m_{fc}}}\,\frac{Q_s}{2\left| V_g \cdot C_p \right|_{T_{fc}}^{T_f}}\right]. \tag{24}$$

Suprafața fasciculului de supraîncălzitor convectiv F_{sc} se calculează după formula:

$$F_{sc} = \frac{Q_{sc}}{K_{sc} \cdot \Delta t_{m_{sc}}} \tag{25}$$

și scriind valoarea lui Q_{sc} după formula (7)

$$F_{sc} = \frac{(1 - y)\,Q_s}{K_{sc} \cdot \Delta t_{m_{sc}}}. \tag{26}$$

Ca și pentru calculul derivatei anterioare este necesară calcularea în prealabil a temperaturii medii a gazelor și aburului ce străbat fasciculul și a diferenței medii de temperaturi.

Temperatura medie a gazelor este :

$$t_{m_{sc}} = t_e + \frac{Q_s}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_e}^{T_{fc}}} \qquad (27)$$

sau

$$t_{m_{sc}} = t_e + \frac{(1-y)\,Q_s}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_e}^{T_{fc}}} \qquad (28)$$

unde : t_e este temperatura gazelor la ieșire din supraîncălzitor (respectiv intrare în economizor) (°C).

Temperatura medie a aburului în fasciculul supraîncălzitor t_s^- va fi :

$$t_s^- = t' + \frac{1}{2}\frac{Q_{sc}}{Q_s}(t_s - t') \qquad (29)$$

și avînd în vedere că $Q_{sc} = (1-y)\,Q_s$

$$t_s^- = \frac{1}{2}[t_s(1-y) + t'(1+y)] \qquad (30)$$

unde : t_s este temperatura finală a aburului supraîncălzit (°C)

Cu ajutorul relațiilor (28) și (30) se poate scrie diferența medie de temperaturi :

$$\Delta t_{m_{sc}} = t_{m_{sc}} - t_s^- = t_e + \frac{(1-y)\,Q_s}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_e}^{T_{fc}}} - \frac{t_s(1-y) + t'(1+y)}{2} \qquad (31)$$

Dispunînd de expresiile temperaturilor și diferenței de temperaturi funcție de variabila y, se poate deriva ecuația (26)

$$\frac{\partial F_{sc}}{\partial y} = -F_{sc}\left[\frac{1}{1-y} - \frac{1}{K_c}\frac{\partial K_{sc}}{\partial t}\frac{Q_s}{2\left|V_g\, C_p\right|_{T_e}^{T_{fc}}} - \frac{1}{\Delta t_{m_{sc}}}\left(\frac{Q_s}{\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_e}^{T_{fc}}} - \frac{t_s - t'}{2}\right)\right] \qquad (32)$$

Expresia derivatelor $\frac{\partial M_{fc}}{\partial y}$ și $\frac{\partial M_{sc}}{\partial y}$

Partea de putere necesară la exhaustor pentru circularea gazelor prin fasciculul fierbător convectiv, M_{fc}, este dată de relația :

$$M_{fc} = \frac{D}{102 \cdot \eta} h_{\lambda_{fc}} \cdot F_{fc} \qquad (33)$$

unde : D este debitul gazelor de ardere la intrare în exhaustor (m³/s);
η — randamentul exhaustorului;
$h_{\lambda fc}$ — căderea de presiune a gazelor pe 1 m² de suprafață de fascicul (mmCA/m²).

Derivînd relația se obține :

$$\frac{\partial M_{fc}}{\partial y} = \frac{D}{102 \cdot \eta}\left[h_{\lambda_{sc}}\frac{\partial F_{fc}}{\partial y} + F_{fc}\frac{\partial h_{\lambda fc}}{\partial t}\frac{\partial t_{m_{fc}}}{\partial y}\right] \qquad (34)$$

și utilizînd (22) rezultă :

$$\frac{\partial M_{fc}}{\partial y} = \frac{D}{102 \cdot \eta}\left[h_{\lambda_{fc}}\frac{\partial F_{fc}}{\partial y} - F_{fc} \cdot \frac{\partial h_{\lambda fc}}{\partial t}\frac{Q_s}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_{fc}}^{T_f}}\right] \qquad (35)$$

În expresia derivatei $\partial M_{fc}/\partial y$ intră și derivata $\partial h_\lambda / \partial t$. Cum h_λ este o funcție de temperatură, se va analiza în paragraful 5 valoarea derivatei în diferitele soluții constructive de realizare a fasciculului convectiv.

În mod analog deducerii formulei anterioare se determină și expresia derivatei $\frac{\partial M_{sc}}{\partial y}$.

Puterea M_{sc} necesară la exhaustor pentru învingerea rezistențelor pe traseul gazelor în fasciculul supraîncălzitorului convectiv este :

$$M_{sc} = \frac{D}{102 \cdot \eta} \cdot h_{\lambda_{sc}} F_{sc} \qquad (36)$$

Derivînd se obține :

$$\frac{\partial M_{sc}}{\partial y} = \frac{D}{102.\eta}\left[h_{\lambda_{sc}}\frac{\partial F_{sc}}{\partial y} + F_{sc}\frac{\partial h_{\lambda sc}}{\partial t_m}\frac{\partial t_{m_{sc}}}{\partial y}\right] \qquad (37)$$

și utilizînd formula (28)

$$\frac{\partial M_{sc}}{\partial y} = \frac{D}{102 \cdot \eta}\left[h_{\lambda_{sc}}\frac{\partial F_{sc}}{\partial y} - F_{sc}\frac{\partial h_{\lambda sc}}{\partial t}\frac{Q_s}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_e}^{T_{fc}}}\right] \qquad (38)$$

Valorile derivatelor $\frac{\partial K}{\partial t}$ și $\frac{\partial h_\lambda}{\partial t}$

Calculele pentru determinarea coeficientului y de preluare a căldurii de supraîncălzire prin radiație presupun alegerea inițială a geometriei de așezare a suprafețelor . Pentru suprafața de convecție aceasta implică păstrarea constantă a produsului $(W \cdot \gamma)$ deoarece :

$$W\gamma = \frac{G}{f} = \text{Const.} \qquad (39)$$

unde : W este viteza medie a gazelor (m/s);
γ — greutatea lor specifică (kg/m³);
G — greutatea gazelor (kg/s);
f — secțiunea liberă de trecere a gazelor (m²).

a) *Cazul fasciculului de convecție din țevi lise, așezate în linie, perpendicular pe direcția gazelor.*

Calculul coeficientului de transmisie K se face cu ajutorul formulei :

$$K = \alpha_c + \alpha_r \qquad (40)$$

unde :
α_c este coeficientul de transmisie a căldurii prin convecție;
α_r — coeficientul de transmisie a căldurii prin radiația gazelor.

Coeficientul α_c se calculează utilizînd formula generală [7]

$$Nu = 0{,}157\,(1 + 0{,}1\,\sigma_1)\,Re^{0{,}65}\,Pr^{0{,}4} \qquad (41)$$

care duce la expresia :

$$\alpha c = A\ (1 + 0{,}1\ \sigma_1)\ \frac{W\gamma^{0{,}65}}{d^{0{,}35}} \qquad (42)$$

unde :

σ_1 este pasul relativ s_1/d al fasciculului, perpendicular pe direcţia gazelor ;
d — diametrul ţevii (m) ;
A — o funcţie de temperatură ce poate fi scrisă cu o eroare neglijabilă sub forma,

$$A = 0{,}00233\ t + 4{,}74. \qquad (43)$$

Coeficientul α_r se determină cu aproximaţie suficientă din formulele [8] :

$$\alpha_r = \alpha_{CO_2} + \alpha_{H_2O} \qquad (44)$$

$$\alpha_{CO_2} = a \sqrt[3]{p.s}\ [0{,}0153\ (t_g + t_p) - 30{,}25] \qquad (45)$$

$$\alpha_{H_2O} = a p^{0{,}8} \cdot s^{0{,}6}\ [0{,}107\ (t_g + t_p) - 46{,}5] \qquad (46)$$

unde :

α_{CO_2} este coeficientul de transmisie a căldurii prin radiaţia stratului de CO_2 ;
α_{H_2O} — coeficientul de transmisie a căldurii prin radiaţia stratului de H_2O ;
a — gradul de negreală al incintei ($s = 0{,}79$) ;
p — presiunea parţială a gazului respectiv (ata) ;
s — grosimea echivalentă a stratului de gaz (m) ;
t_p — temperatura peretelui ţevii.

Utilizînd formulele (40—46) se deduce :

$$\frac{\partial K}{t} = 0{,}00233\ (1 + 0{,}1\ \sigma_1)\ \frac{(w\gamma)^{0{,}65}}{d^{0{,}35}} + 0{,}0405 \sqrt[3]{p.s} + 0{,}0845.\ p^{0{,}8} \cdot s^{0{,}6} \qquad (47)$$

Pierderile de presiune pentru acest caz sînt [6] :

$$\Delta_p = 0{,}0163 \cdot n \cdot \frac{\sigma_2}{\sigma_1^{1{,}5}}\ w^2 \cdot \gamma \qquad (48)$$

unde :

n este numărul de rînduri de ţevi în direcţia curgerii gazelor ;
σ_2 — pasul relativ s_2/d al fasciculului, în direcţia curgerii gazelor.

Pierderea specifică pe suprafaţă rezultă :

$$h\lambda = 0{,}0163\ \frac{n}{F}\ \frac{\sigma_2}{\sigma_1^{1{,}5}}\ (W \cdot \gamma)\ W \qquad (49)$$

şi prin derivare se obţine :

$$\frac{\partial h_\lambda}{\partial t} = 0{,}579 \cdot 10^{-4} \left(\frac{n}{F}\right) \frac{\sigma_2}{\sigma_1^{1{,}5}}\ (W.\gamma)\ W_0. \qquad (50)$$

În aceste formule n/F este o constantă de aşezare (număr de rînduri la m² de suprafaţă) iar W_0 este viteza normală a gazelor (la 0°C).

Trebuie menţionat că în formula (48) sînt incluse şi pierderile locale la intrare şi ieşire din fascicul, deci acestea nu trebuie analizate separat.

b) *Cazul fasciculului de convecţie din ţevi lise, aşezate decalat, perpendicular pe direcţia de curgere a gazelor*

Formula de calcul al coeficientului de transmisie a căldurii K este, ca şi în cazul precedent

$$K = \alpha_c + \alpha_r.$$

Coeficientul α_c se calculează pentru acest caz din formula [7].

$$Nu = 0{,}290\ (1 + 0{,}1\ \sigma_1) \cdot Re^{0{,}6} \cdot Pr^{0{,}4} \qquad (51)$$

care duce la expresia

$$\alpha_c = B\ (1 + 0{,}1\ \sigma_1)\ \frac{(W\gamma)^{0{,}6}}{d^{0{,}4}} \qquad (52)$$

unde B este o funcţie de temperatură ce poate fi scrisă cu o eroare neglijabilă sub forma lineară :

$$B = 0{,}0029\ t + 5{,}06. \qquad (53)$$

Coeficientul α_r se calculează din aceleaşi relaţii ca şi pentru cazul precedent, formulele (44), (45), şi (46).

Derivînd în funcţie de temperatură se obţine formula finală :

$$\frac{\partial K}{\partial t} = 0{,}0029(1 + 0{,}1\ \sigma_1)\ \frac{(W\gamma)^{0{,}6}}{d^{0{,}4}} + 0{,}0405 \sqrt[3]{p.s} + 0{,}0845\ p^{0{,}8} \cdot s^{0{,}6} \qquad (54)$$

Pierderile de presiune pentru acest caz sînt [6] :

$$\Delta_p = 0{,}0204\ n\ \frac{1}{\sqrt[3]{\sigma_1 - 1}}\ W^2\ \gamma. \qquad (55)$$

Pierderea specifică pe suprafaţă va fi :

$$h_\lambda = 0{,}0204 \left(\frac{n}{F}\right) \frac{1}{\sqrt[3]{\sigma_1 - 1}}\ (W\gamma) \cdot W \qquad (56)$$

şi prin derivare se obţine :

$$\frac{dh\lambda}{dt} = 0{,}747 \cdot 10^{-4} \left(\frac{n}{F}\right) \frac{1}{\sqrt[3]{\sigma_1 - 1}}\ (W\gamma) W_0. \qquad (57)$$

Ca şi pentru cazul precedent, formula (55) include pierderile de presiune datorită rezistenţelor locale de intrare şi ieşire a gazelor din fascicul, deci acestea nu trebuie analizate separat.

Concluzii

Pentru calculele de proiectare a cazanelor mari de radiaţie, calculul coeficientului optim y de supraîncălzire prin radiaţie şi implicit calculul coeficientului x de ecranare pentru sistemul fierbător (13), sînt deosebit de importante din punctul de vedere tehnico-economic.

Metoda ţine seama de principalii factori care determină economicitatea cazanului şi astfel este posibilă realizarea unei soluţii optime.

Din formulele date rezultă şi avantajul, în special pentru mărirea coeficientului x_{optim}, de a ridica temperatura teoretică de ardere, respectiv de preîncălzire a aerului. Apare în felul acesta posibilitatea realizării unor cazane cu grad mare de radiaţie în condiţii tehnico-economice avantajoase.

BIBLIOGRAFIE

[1] Rodattis C. G., Romm E. I. s.a. : *Instalaţii de cazane* Edit. Energetica de Stat — 1955.
[2] x x x : *Norme de calcul termic al agregatelor de cazane* — VTI — Gosenergoizdat. 1952 Moscova
[3] x x x : *Calculul termic al agregatelor de cazane-metodă normativă* — Gosenergoizdat 1957 Moscova.
[4] x x x : *Norme pentru calculul circuitului de gaze la cazane de abur.* Ed. MEE—1952 Bucureşti.
[5] Munzinger F. : *Calculul şi întreţinerea cazanelor cu ţevi de apă* — Springer 1929 Berlin.
[6] Munzinger F. : *Puterea aburului — Springer 1949 Berlin.*
[7] Miheev M. A. : *Bazele transmiterii căldurii.* Edit. Energetică de Stat 1953.
[8] Schack E. : *Transmiterea industrială a căldurii.* Stahl und Eisen 1953 — Düsseldorf.

Principiile de bază ale reglajului automat de frecvenţă

Ing. *S. IONESCU*, ing. *P. NICOLAE* şi ing. *M. POMIRLEANU*

Reglajul automat are rolul de a menţine la o valoare prescrisă una sau mai multe mărimi de reglat (ex. frecvenţa, puterea de schimb) opunîndu-se influenţei perturbatoare, cu caracter aleatoriu, ale altor mărimi fizice (ex. variaţia puterii consumatorilor).

În acest scop mărimile de reglat sînt continuu măsurate şi pe baza acestei măsurători valoarea altor mărimi fizice de reglaj (ex. puterea generatoarelor) este modificată astfel ca să compenseze influenţa mărimilor perturbatoare asupra mărimilor de reglat.

Primul element de reglaj automat al frecvenţei într-o reţea electrică este regulatorul primar (de viteză) al turbinei. În general, reglajul automat cu regulatori primari mecanici nu corespunde în suficientă măsură cerinţelor [1] şi de aceea peste acesta s-a suprapus un reglaj secundar manual, cu rolul de a corija printr-un grup (centrală) de reglaj abaterile necorijate de reglajul primar automat.

Exigenţa sporită din punct de vedere economic, greutatea sau chiar imposibilitatea reglajului cu o singură centrală şi interconectarea sistemelor [2] au dus la realizarea regulatorului secundar automat, care s-a adăugat în sistemul de reglaj în serie înaintea regulatorului primar automat, formînd împreună cu acesta un regulator automat echivalent.

Scopul articolului de faţă este ca, pe baza legilor generale ale reglajului automat al frecvenţei şi puterii de schimb, să arate echivalenţa formală a tuturor procedeelor tehnice de reglaj realizate pînă în prezent.

1. Reţea izolată

Într-o reţea izolată, mărimea de reglat este unică : frecvenţa reţelei, iar legea de reglaj, care exprimă faptul că în regim staţionar nu este admisă vreo abatere a mărimii de reglat, are forma :

$$\Delta f = f - f_0 = 0 \qquad (1)$$

unde f_0 este valoarea prescrisă.

Se ştie că regulatorii care funcţionează după această lege sînt regulatorii astatici — care au în schema de reglaj un element integral (I) sau un element proporţional — integral (P—I).

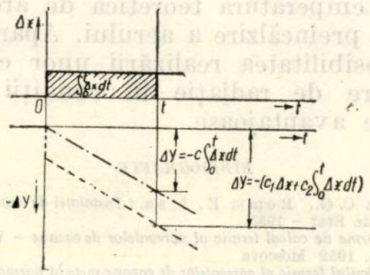


Fig. 1. Răspunsul unui element I sau $P-I$ la intrare salt.

Considerînd un element I izolat de sistemul de reglaj (în circuit deschis) şi admiţînd o variaţie în salt a mărimii de intrare x, variaţia mărimii de ieşire Y va fi reprezentată de o caracteristică lineară crescătoare în timp (fig. 1), mărimea Y fiind în fiecare moment t determinată faţă de poziţia iniţială, de abaterea :

$$\Delta Y = -c \int_0^t \Delta x \cdot dt \qquad (2)$$

c fiind o constantă.

Un element $P-I$ răspunde, în aceleaşi condiţii, după ecuaţia :

$$\Delta Y = -c_1 \Delta x - c_2 \int_0^t \Delta x \, dt \qquad (2')$$

Înseriat oriunde, în schema de reglaj a regulatorului echivalent şi fără ca vreun alt element

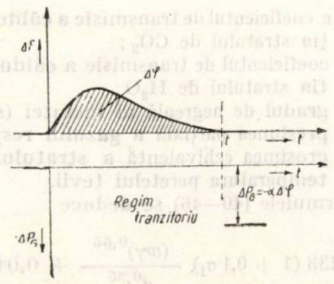


Fig. 2. Determinarea abaterii puterii de reglaj necesare.
la $t=0$ $\Delta P_G=0$; la $t=t$, $\Delta P_G=-\alpha\Delta\varphi$

să-i modifice funcţiunea, elementul I sau P—I determină ca la sfîrşitul regimului tranzitoriu, abaterea mărimii de reglaj (puterea grupurilor de reglaj) să fie proporţională cu integrala în timp a abaterii mărimii de reglat (frecvenţa reţelei) adică :

$$|\Delta P_G|_t = -\alpha \int_0^t \Delta f \, dt = -\frac{\alpha}{2\pi} \int_0^t (\omega - \omega_0)\, dt =$$

$$= -\frac{\alpha}{2\pi} (\theta - \theta_0) = -\alpha \, |\Delta\varphi|_t \qquad (3)$$

în care :

ω, ω_0 sînt pulsaţiile corespunzătoare lui f, f_0 ;
θ, θ_0 — unghiurile a doi vectori rotitori de pulsaţie ω şi respectiv ω_0 faţă de o origină oarecare ;
$\frac{\theta - \theta_0}{2\pi}$ — diferenţa de fază între cei doi vectori (măsurată în cicli sau rotaţii) ;
α — o constantă numită pantă de reglaj (sau putere reglantă).

Ecuaţia (3) arată că fenomenul tranzitoriu va dura pînă cînd frecvenţa a revenit la valoarea prescrisă (fig. 2), puterea produsă stabilindu-se la o nouă valoare impusă de noua consumaţie, care a provocat variaţia iniţială de frecvenţă.

Caracteristica unui astfel de regulator este cea din fig. 3 (caracteristică astatică).

Variaţia puterii totale ΔP_G necesară pentru readucerea frecvenţei la valoarea f_0 se poate

repartiza pe mai multe grupuri de reglaj după ecuațiile :

$$\begin{aligned} \Delta P_{G1} &= -\alpha_1 \Delta\varphi \\ &\vdots \quad\quad \vdots \\ \Delta P_{Gn} &= -\alpha_n \Delta\varphi \end{aligned} \tag{4}$$

în care $\alpha_1 \ldots \alpha_n$ sînt puterile reglante impuse grupurilor de reglaj $1 \ldots n$ — cu condiția $\alpha_1 + \ldots + \alpha_n = \alpha$. Se observă că :

$$\Delta P_G = \sum_{i=1}^{n} \Delta P_{Gi} = -\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \Delta\varphi = -\alpha \Delta\varphi \tag{5}$$

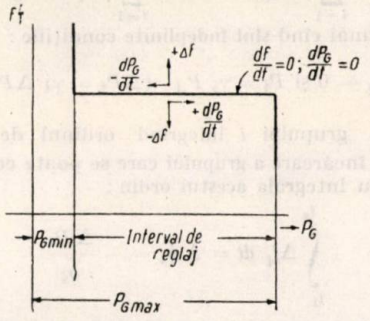


Fig. 3. Caracteristica unui regulator astatic.

Vom numi ecuațiile (4) — legile de repartiție ale puterii pe grupuri de reglaj. O repartiție dorită (economică) se realizează acționînd asupra puterilor reglante α_i ale grupurilor de reglaj.

2. Rețea interconectată

Într-un sistem energetic format din mai multe rețele interconectate, reglajul secundar automat are sarcina de a menține la valorile prescrise frecvența sistemului și puterile de schimb între rețelele sistemului.

Principiul de reglaj — în general admis — este acela că fiecare rețea A a sistemului trebuie să-și compenseze propriile variații de sarcină. Într-o rețea interconectată variația inițială a consumației, adică variația la frecvența f_0, denumită perturbație $\Delta\Pi_A$, se poate exprima prin efectele sale asupra frecvenței și puterii de schimb cu ajutorul relației [3]

$$\Delta\Pi_A = K_A \Delta f + \Delta p_A$$

unde :

k_A este un parametru numit energie reglantă primară a rețelei A (MW/Hz) (inversul statismului rezultant al generatoarelor cu regulatoare primare din rețeaua A, plus inversul statismului consumatorilor) ;

$\Delta f = f - f_0$ abaterea de frecvență ;

$\Delta p_A = p_A - p_{0A}$ abaterea puterii schimbată de rețeaua A cu rețelele vecine (p_A) de la valoarea prescrisă (p_{0A}) ;

Rezultă că, dacă în rețeaua A

$$\Delta\Pi_A = K_A \cdot \Delta f + \Delta p_A \neq 0$$

regulatorul său secundar trebuie să trimită un ordin de reglaj, deoarece perturbația este proprie acestei rețele. Dacă $\Delta\Pi_A = 0$ în rețeaua A nu trebuie să existe ordin de reglaj. Deci numai în rețeaua în care s-a produs perturbația, regulatorul secundar va determina o variație a puterii produse, ceea ce va compensa propria variație de sarcină, frecvența și puterile de schimb între rețelele sistemului revenind la valorile prescrise.

Legea de reglaj $K_A \Delta f + \Delta p_A = 0$ (5) se întîlnește în literatură sub numele de legea de neintervenție și stă la baza reglajului frecvență-putere de schimb în rețelele interconectate [3].

Parametrul K_A fiind însă o mărime variabilă depinzînd de numărul de grupuri în funcțiune, de insensibilitatea regulatoarelor primare, de statismul sarcinii etc., legea de reglaj se realizează sub forma :

$$\lambda_A \cdot \Delta f + \Delta p_A = 0 \tag{6}$$

în care λ_A este un parametru constant, numit energie reglantă secundară (MW/Hz).

Se poate arăta [2] că în cazul $\lambda_A \neq K_A$, ca și în cazul $\lambda_A = K_A$ la sfîrșitul regimului tranzitoriu, frecvența și puterea de schimb se stabilesc la valorile prescrise, iar singura rețea care și-a modificat puterea produsă este rețeaua A.

În practică, forma folosită a ecuației (6) este

$$\Delta f + \frac{\Delta p_A}{\lambda_A} = \Delta f'_A = 0 \tag{6'}$$

obținîndu-se o abatere de frecvență echivalentă $\Delta f'_A$. Legea de reglaj (6') este asemănătoare cu (1).

Se procedează deci în felul următor :

— în rețeaua A se măsoară frecvența f și suma puterilor de schimb p_A care sînt comparate cu o frecvență etalon f_0 și cu puterea de schimb prescrisă p_{0A} ;

— se obține astfel mărimea $\Delta f + \frac{\Delta p_A}{\lambda_A}$, care se convertește într-o abatere de frecvență echivalentă $\Delta f'_A$ și care constituie abaterea mărimii de reglat.

În rețeaua A se va comanda deci o putere necesară de reglaj :

$$\Delta P_{GA} = -\alpha \int_0^t \Delta f'_A \, dt = -\alpha \int_0^t \left(\Delta f + \frac{\Delta p_A}{\lambda_A} \right) dt = -\alpha \Delta\varphi - \frac{\alpha}{\lambda_A} \Delta W_A = -\alpha \cdot \Delta\varphi'_A \tag{7}$$

și care se repartizează după ecuațiile (4) pe grupurile de reglaj.

Din cele expuse pînă aici, rezultă următoarele concluzii :

a) Orice reglaj secundar automat de frecvență (sau frecvență-putere de schimb) este un reglaj astatic, deci legea de reglaj este dată de expresiile (1) sau (6').

Pentru aceasta, prezența elementului integral (sau proporțional-integral) în schema regulatorului echivalent este obligatorie.

b) Orice lege de repartiție reprezintă o relație între puterea generatoarelor și fază $\Delta\varphi$ (integrala abaterii frecvenței) sau

între puterea generatoarelor și fază-energie $\Delta\varphi'$ (integrala abaterii frecvenței adunată cu integrala abaterii puterii de schimb).

Vom arăta generalitatea concluziilor obținute prin analiza cîtorva exemple tipice de realizare a reglajului secundar automat.

3. Reglajul cu regulator secundar de tip proporțional

Într-o rețea A, în cazul reglajului cu regulator secundar de tip proporțional, elementele de integrare sînt reprezentate prin motorașele de variație a vitezei turbinei. În principiu motorașele primind un ordin de reglaj de forma $\Delta f'_A = \Delta f + \frac{\Delta P_A}{\lambda_A}$ determină o încărcare totală ΔP_A a grupurilor de reglaj, care datorită neliniarităților existente în circuitul reglajului primar nu va avea o repartiție strict controlată. Din această cauză, schemele existente prevăd dispozitive suplimentare pentru controlul repartiției puterii, denumite repartitoare.

Vom descrie mai jos două variante de reglaj automat de frecvență cu regulatori secundari, de tip proporțional :

a) Se montează la fiecare grup cîte un regulator secundar care trimite motorașului un ordin de reglaj.

$$\Delta f''_i = \Delta f'_A - \frac{1}{\beta_i}\left(P_i - \gamma_i \sum_{i=0}^{n} P_i \right) \qquad (8)$$

unde :

$\Delta f'_A$ este abaterea mărimii de reglat (6'); în cazul unei rețele izolate $\Delta f'_A = \Delta f$ (1);

P_i — puterea debitată de grupul de reglaj considerat;

$\sum_{i=1}^{n} P_i$ — puterea totală debitată de cele n centrale care participă la reglarea frecvenței;

γ_i — coeficientul de participare a agregatului la acoperirea sarcinii totale;

β_i — un coeficient avînd dimensiunea unei energii regulate.

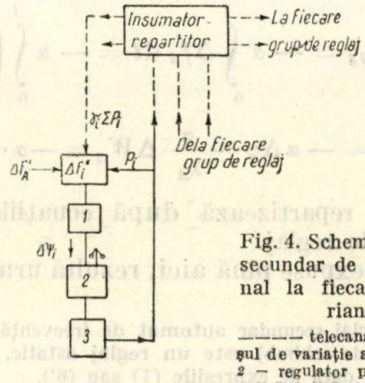


Fig. 4. Schema cu regulator secundar de tip proporțional la fiecare grup (varianta *a*).

——— telecanale ; 1 — motorașul de variație a vitezei turbinei ; 2 — regulator primar cu caracteristică statică ; 3 — grup de reglare.

Recepționînd ordinul, motorașul va acționa asupra regulatorului primar și procesul de reglaj continuă pînă la anularea ordinului de reglaj ($\Delta f''_i = 0$).

În acest regim staționar, din însumarea celor n ecuații de forma $\Delta f'_A - \frac{1}{\beta_i}\left(P_i - \gamma_i \sum_{i=1}^{n} P_i \right) = 0$ obținem :

$$\Delta f'_A \sum_{i=1}^{n} \beta_i - \sum_{i=1}^{n} (P_i - \gamma_i P_A) = 0 \qquad (9)$$

unde :

$$P_A = \sum_{i=1}^{n} P_i.$$

Deoarece alegerea coeficienților γ_i se face astfel încît $\sum_{i=1}^{n} \gamma_i = 1$ (deci $\sum_{i=1}^{n} P_i = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i P_A$) și deoarece $\sum_{i=1}^{n} \beta_i \neq 0$, regimul staționar va exista numai cînd sînt îndeplinite condițiile :

$$\Delta f'_A = 0 \text{ și } P_i = \gamma_i P_A \quad (\Delta P_i = \gamma_i \Delta P_A). \qquad (10)$$

Motorașul grupului i integrînd ordinul de reglaj $\Delta f''_i$ determină o încărcare a grupului care se poate considera proporțională cu integrala acestui ordin :

$$\int_{t_1}^{t_2} \Delta f''_i \, dt = \Delta \psi_i = -\frac{\Delta P_i}{a_i} \qquad (11)$$

în care t_1 și t_2 corespund începutului, respectiv sfîrșitului procesului de reglaj, a_i fiind o constantă de proporționalitate a regulatorului primar.

Din însumarea ecuațiilor (8) pentru întreg sistemul și ținînd cont că în orice moment $\sum_{i=1}^{n} (P_i - \gamma_i P_A) = 0$ obținem :

$$\Delta f'_A \sum_{i=1}^{n} \beta_i = \sum_{i=1}^{n} \beta_i \Delta f''_i. \qquad (12)$$

Integrînd această ecuație între cele două regimuri staționare și ținînd cont de (11) rezultă :

$$\Delta \varphi'_A \sum_{i=1}^{n} \beta_i = -\sum_{i=1}^{n} \frac{\beta_i}{a_i} \Delta P_i. \qquad (13)$$

Înlocuind ΔP_i din relația (10) în (13) vom avea :

$$\Delta \varphi'_A = -\frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{\beta_i \gamma_i}{a_i}}{\sum_{i=1}^{n} \beta_i} \Delta P_A \qquad (14)$$

și notînd cu :

$$\alpha_A = \frac{\sum_{i=1}^{n} \beta_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{\beta_i \gamma_i}{a_i}}$$

rezultă expresia : $\Delta P_A = -\alpha_A \Delta \varphi'_A$, care reprezintă variația de sarcină preluată de toate agregatele de reglaj din sistem, proporțională cu integrala în timp a variației de frecvență, ceea ce corespunde ecuației (3).

În ceea ce privește legile de repartiție, acestea se fac după relațiile :

$$\Delta P_i = \gamma_i \cdot \Delta P_A = -\gamma_i \cdot \alpha_A \cdot \Delta \varphi'_A \qquad (15)$$

și notînd $\alpha_i = \gamma_i \alpha_A$ se obțin ecuații similare cu (4) și anume

$$\Delta P_i = -\alpha_i \Delta \varphi'_A ; \left(\sum_{i=1}^{n} \alpha_i = \alpha_A \sum_{i=1}^{n} \gamma_i = \alpha_A \right).$$

Deci integrala variației frecvenței echivalente este aceea care determină abaterea necesară a puterii de reglaj și repartiția acesteia pe mașini.

În fig. 4, este dată schema de principiu a acestui mod de reglaj, cunoscut în literatură [4], [5] sub numele de metoda statismului virtual.

b) Într-o variantă mai evoluată [5], [6] se înlocuiesc toți regulatorii secundari ai grupurilor cu un singur regulator pe

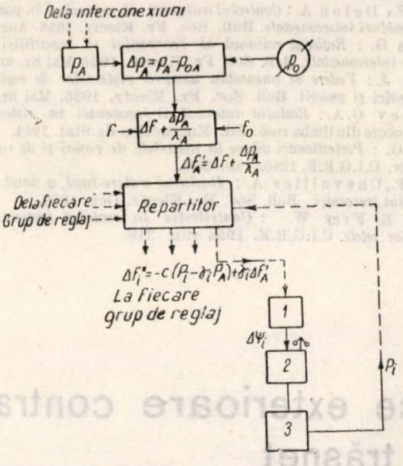


Fig. 5. Schema cu regulator secundar central de tip proporțional (varianta *b*).

1 — motorașul de variație a vitezei turbinei; 2 — regulator primar cu caracteristică statică; 3 — grup de reglaj.

întreaga rețea *A*. Acesta elaborează, așa cum se vede în fig. 5, termenul $\Delta f'_A = \Delta f + \frac{\Delta p_A}{\lambda_A}$ care este introdus într-un repartitor central, în care simultan sînt introduse și puterile grupurilor de reglaj. Repartitorul trimite fiecărui grup un ordin de reglaj

$$\Delta f''_i = -c\,(P_i - \gamma_i P_A) + \gamma_i \cdot \Delta f'_A \qquad (16)$$

Se observă că regimul staționar se stabilește numai dacă simultan $\Delta f'_A = 0$ și $P_i = \gamma_i P_A$ (ca la varianta *a*).

De asemeni concluziile privitoare la repartiția puterii de reglaj sînt similare celor de la punctul *a*.

4. Reglajul cu regulator secundar de tip integral

În acest procedeu mărimea $\Delta\varphi'_A$ nu mai este elaborată la fiecare turbină de către motorașele de variație a vitezei, ci există un integrator separat, de obicei unul singur pe întreaga rețea *A* a sistemului interconectat, unde se obține mărimea $\Delta\varphi'_A$ care apoi se trimite tuturor grupurilor reglante.

c) În fig. 6, *c*, este dată o astfel de schemă de reglaj [7]: De la toate liniile care leagă rețeaua *A* de celelalte rețele ale sistemului, se primesc valorile puterii de schimb care se însumează și se compară cu puterea de schimb program. Într-un detector special se stabilește mărimea $\Delta f'_A$ prin însumarea abaterii frecvenței sistemului cu abaterea puterii de schimb, după ecuația (6′). Această mărime este integrată și trimisă prin canale de telecomandă tuturor grupurilor de reglaj. Aici mărimea $\Delta\varphi'_A$ este comparată cu puterea generatorului după relațiile (4). Atît timp cît aceste relații nu sînt satisfăcute, se comandă prin intermediul regulatorului de viteză al turbinei încărcarea grupului. Cînd egalitățile (4) s-au stabilit, a apărut regimul staționar deci faza este constantă ($\Delta\varphi'_A$ = const.). Aceasta înseamnă pentru rețeaua *A* că

$$\Delta f'_A = \Delta f + \frac{\Delta p_A}{\lambda_A} = 0. \qquad (6')$$

Deoarece suma puterilor de schimb ale tuturor rețelelor sistemului este egală cu zero, egalitatea (6′) pentru întregul sistem impune ca:

$$\Delta f = 0 \quad \text{și} \quad \Delta p_A = 0.$$

Deci cînd regimul staționar s-a stabilit, frecvența a revenit la valoarea de consemn, iar puterea de schimb la valoarea program.

De asemenea, pe baza relațiilor (4) a existat o repartiție strict determinată a întregii puteri necesare, pe grupurile de reglaj. Modificînd coeficientul α se poate schimba după dorință participarea grupului *i* la efortul de reglaj.

Acest tip de reglaj este cunoscut în Franța [7] sub numele de putere-fază-energie.

Cînd în sistemul energetic nu se pune problema reglajului puterii pe linii (rețea izolată), se poate face un reglaj numai de frecvență (în schema de mai sus $\Delta p_A = 0$) procedeu denumit putere-fază.

Se cunosc și alte variante ale acestui tip de reglaj (reglaj în „nivel", reglaj descentralizat, etc.) dar toate sînt echivalente cu varianta descrisă mai sus.

d) În unele cazuri [8], se folosește un procedeu de reglaj similar celui de la punctul 4a care însă posedă cîteva mici modificări față de acela.

Așa cum se vede din fig. 6, *d* dispare dispozitivul de comparare a puterii debitate de generator cu mărimea $\Delta\varphi'_A$ și apare un traductor proporțional al mărimii $\Delta\varphi'_A$, care acționează

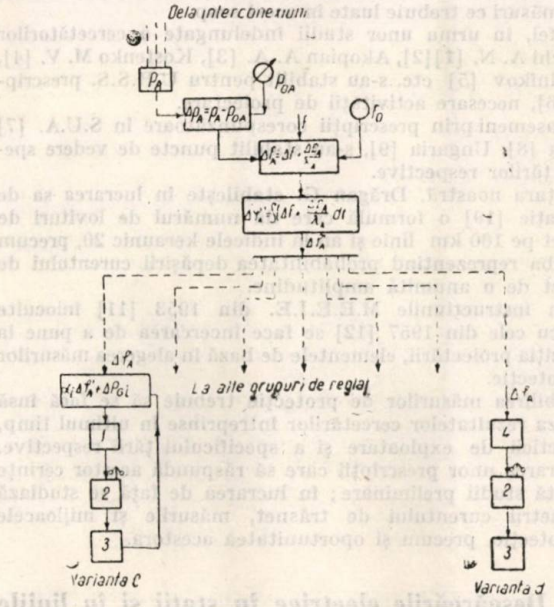


Fig. 6. Schema cu regulator secundar central de tip integral (varianta *c* și varianta *d*).

1 — motorașul de variație a vitezei turbinei; 2 — regulator primar cu caracteristică statică; 3 — grup de reglaj; 4 — traductor proporțional al mărimii $\Delta\varphi'$

fie direct asupra regulatorului de turație, fie asupra tahimetrului regulatorului de turație modificînd valoarea de consemn a acestuia.

Acest procedeu nu modifică decît modul de repartiție al puterii pe grupurile de reglaj care se face de data aceasta prin intermediul caracteristicii statice a regulatorului primar.

Concluzii

Pe baza celor expuse rezultă următoarele concluzii :

a) Plasarea elementului integrator (I sau $P\ I$) la fiecare grup (motorașul de variație a vitezei turbinei) sau la un punct central din rețea nu schimbă legea de reglaj (1) sau (6') și nici legile de repartiție (4).

b) Plasarea elementului integrator la un punct central din rețea, prin simplificarea schemei de reglaj (reducerea numărului de telecanale), permite antrenarea în procesul de reglaj al unui mare număr de grupuri îmbunătățind esențial procesul de reglaj. De aceea acest sistem este astăzi mult utilizat.

c) Orice sistem de reglaj din punct de vedere al regimului staționar poate fi numit : putere-fază sau respectiv putere-fază-energie.

BIBLIOGRAFIE

[1] Marcovici I.M., Gorunstein V. I.: *Metode de reglaj al frecvenței și puterilor de schimb în sistemele electroenergetice.* Izv. Ac. Nauk. 1949 nr. 2

[2] Caben F., Dejou A.: *Controlul automat al mersului în paralel al marilor ansambluri interconectate.* Bull. Soc. Fr. Electr. 1958. Aug. nr. 92.

[3] Darrius G. : *Reglajul rațional al frecvenței și repartiției sarcinilor în rețele interconectate.* Bull. Soc. Fr. Electr. 1936 Mai nr. nr. 65.

[4] Fallou J.: *Vedere de ansamblu asupra sistemelor de reglaj automat al frecvenței și puterii.* Bull. Soc. Fr. Electr. 1936. Mai nr. 65.

[5] Moscalev G.A.: *Reglajul automat al frecvenței în sistemele energetice* Traducere din limba rusă. Ed. Energetica de Stat. 1954.

[6] Nasse G. : *Perfecționări aduse la metodele de reglaj și de repartiție a sarcinilor.* C.I.G.R.E. 1946. rap. 329.

[7] Caben F., Chevallier A.: *Reglajul putere-fază, o nouă metodă pentru reglajul frecvenței* . Bull. Soc. Fr. Electr. Oct. 1953.

[8] Keller R. Frey W. : *Contribuții la reglajul frecvenței și puterii marilor rețele.* C.I.G.R.E. 1954 rap. 318.

Asupra protecției stațiilor electrice exterioare contra loviturilor directe de trăsnet

Ing. *POPA BADEA*

Protecția instalațiilor electrice împotriva efectelor pe care le au descărcările electrice atmosferice constituie o preocupare permanentă a cercetătorilor, avînd ca rezultat formularea unor măsuri ce trebuie luate în acest scop.

Astfel, în urma unor studii îndelungate a cercetătorilor Zaleschi A. N. [1][2], Akopian A. A. [3], Kostenko M. V. [4], Stekolnikov [5] etc. s-au stabilit pentru U.R.S.S. prescripțiile (6], necesare activității de proiectare.

De asemeni prin prescripții corespunzătoare în S.U.A. [7] Anglia [8], Ungaria [9], s-au stabilit puncte de vedere specifice țărilor respective.

În țara noastră, Drăgan G. stabilește în lucrarea sa de disertație [10] o formulă care dă numărul de loviturl de trăsnet pe 100 km linie și an la indicele keraunic 20, precum și curba reprezentînd probabilitatea depășirii curentului de trăsnet de o anumită amplitudine.

Prin instrucțiunile M.E.E.I.E. din 1953 [11] înlocuite apoi cu cele din 1957 [12] se face încercarea de a pune la dispoziția proiectării, elementele de bază în alegerea măsurilor de protecție.

Stabilirea măsurilor de protecție trebuie să se facă însă pe baza rezultatelor cercetărilor întreprinse în ultimul timp, a practicii de exploatare și a specificului țării respective. Elaborarea unor prescripții care să răspundă acestor cerințe necesită studii preliminare; în lucrarea de față se studiază parametrii curentului de trăsnet, măsurile și mijloacele de protecție, precum și oportunitatea acestora.

1. Descărcările electrice în stații și în liniile legate de acestea

1.1. Influența condițiilor climaterice și geografice asupra descărcărilor

Prin însăși natura sa, descărcarea electrică atmosferică depinde de condițiile impuse de mediu. Cercetările efectuate pînă acum au stabilit că numărul și intensitatea descărcărilor depinde de numărul și intensitatea oragiilor, precum și de rezistența de scurgere la pămînt. Influența condițiilor climaterice asupra descărcărilor dintr-o anumită regiune va fi reprezentată prin indicele keraunic, reprezentînd numărul de zile din an în care apar oragii în regiunea respectivă. Acest număr variază de la 5 la 30, pentru regiunile temperate [13] și poate atinge cîteva sute pentru regiunile calde. Cum condițiile climaterice au influență asupra numărului de trăsnete, forma și structura solului influențează asupra locului de cădere a acestora.

Astfel, după cum rezultă din literatură [13] descărcările se produc mai des în solurile granitice decît în soluri calcaroase și în structuri discontinui decît în structuri continui ; pentru soluri cu structură eterogenă descărcarea se produce în punctul în care condițiile permit crearea unui cîmp local puternic, respectiv la ridicături.

1.2. Parametrii curentului de trăsnet

Unda curentului de trăsnet este aproximativ de forma unei unde de impulsie [14] :

$$i = I_0 (e^{-p_1 t} - e^{-p_2 t}), \qquad (1)$$

ai cărei parametri (amplitudinea, panta sau durata frontului, durata semiamplitudinei) variază în limite foarte largi, așa cum rezultă din măsurătorile făcute în diferite țări. Dăm mai jos caracterizarea sumară a acestor parametri.

a) *Amplitudinea curentului de trăsnet* variază în limite de la cîțiva kA pînă la peste 200 kA. Probabilitatea de apariție a curentului care să depășească o anumită amplitudine este reprezentată prin curbe, care diferă de la țară la țară și de la cercetător la cercetător. În lucrarea sa [10] ing. Drăgan G. indică curbele ridicate de diferiți cercetători, precum și curba propusă pentru a fi utilizată în țara noastră.

Analizînd curba menţionată, am stabilit că ea poate fi reprezentată prin funcţiile :

$$\log(\psi_i\,\%) = 2 - \frac{I_m}{60} \qquad (2)$$

$$\psi_i = 100\, e^{-0{,}0385\, I_m}$$

unde ψ_i % este probabilitatea de apariţie a unui curent care să depăşească amplitudinea I_m*). Din expresia (1) şi din fig. 1

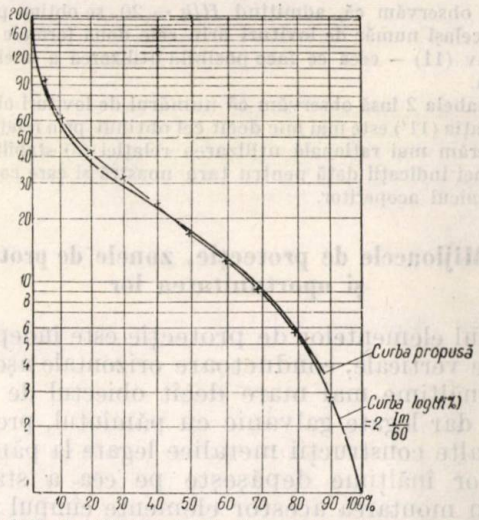


Fig. 1. Probabilitatea de depăşire a amplitudinei *Im.*(kA)

se vede că forma curbei este exponenţială, ceea ce face ca pentru curenţi de valori mari citirea să fie îngreunată. Acest fapt a determinat reprezentarea curbei probabilităţii printr-o dreaptă ; lucrul acesta este posibil deoarece notînd $y = \log(\psi_i\%)$ atunci $y = 2 - I_m/60$ reprezintă ecuaţia dreptei căutate. De remarcat că în acest caz trebuie luată o scară logaritmică pentru ordonată după cum se vede în fig. 2.

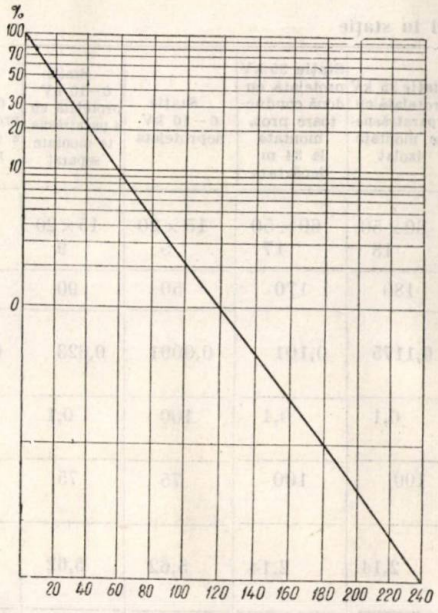


Fig. 2. Probabilitatea de depăşire a amplitudinei *I m* (kA-forma liniarizată).

b) *Panta maximă a curentului de trăsnet*, care caracterizează forma frontului, variază în limite largi, probabilitatea

*) Curentul I_m este raportat la rezistenţa nulă de scurgere la pămînt.

ψ_u% de apariţie a unui curent de o anumită pantă I'_m este dată de relaţia :

$$\log(\psi_u\,\%) = 2 - \frac{I'_m}{20}. \qquad (3)$$

Variaţia frontului de undă mai poate fi caracterizată şi prin durata amplitudinei sau durata frontului, a cărei funcţie de probabilitate este reprezentată în fig. 3, *a*.

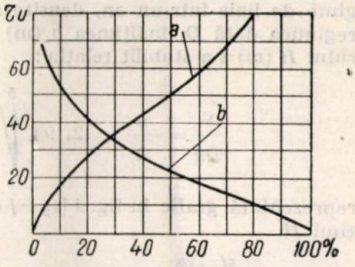


Fig. 3

a — probabilitatea apariţiei undei care să depăşească o durată a frontului ;

b — probabilitatea apariţiei undei care să depăşească o durată a semiamplitudinei τuμs.

c) *Durata semiamplitudinei variază între* 20—60 μ s [15] după o funcţie de probabilitate reprezentată în fig. 3, *b*.

d) *Impedanţa canalului de trăsnet* Z_0 depinde de condiţiile atmosferice, limitele sale de variaţie fiind cuprinse între 200—400 Ω. Considerăm că valoarea de 300 Ω — valoare medie — poate fi adoptată pentru calculele de protecţie.

1.3. Probabilitatea căderii trăsnetului în staţii şi liniile legate la acestea.

Numărul şi intensitatea trăsnetelor care cad în staţie depind de o serie de factori şi anume : indicele keraunic, forma reliefului, structura solului şi dimensiunile staţiei. Pentru determinarea numărului de trăsnete care cad în instalaţie, vom utiliza rezultatele încercărilor pe modele şi ale practicii de exploatare sovietice şi americane, precum şi ale cercetărilor întreprinse în ţara noastră.

a) *Numărul de trăsnete care cad pe o staţie* după Kostenko M. V. [4] este dat de relaţia ;

$$N_s = K_d\,(L + 10\,h)\,(B + 10\,h)\,10^{-7} \qquad (4)$$

unde :

K_d este indicele keraunic ;

L, B, h — lungimea, lăţimea şi înălţimea staţiei.

Relaţia (4) arată că trăsnetele sînt culese de pe o suprafaţă, ale cărei dimensiuni sînt mărite faţă de cele reale cu $10\,h$; de asemeni utilizarea paratrăsnetelor conduce la mărirea numărului de lovituri, prin mărirea înălţimii h.

b) *Numărul de trăsnete care cad* pe 100 km la indicele keraunic 20 este dat de relaţia,

$$N_l = 1{,}5\, h_{med} \qquad (5)$$

unde : h_{med} — înălţimea medie a liniei în m [10]. Pentru generalizare observăm că numărul de lovituri este direct proporţional cu indicele keraunic şi în acest caz pentru alt indice keraunic relaţia (5) capătă forma $N_l = 1{,}5\, x\, h_{med}$ (5') unde $x = \frac{k_d}{20}$.

Pentru izolaţia staţiei, însă, sînt periculoase trăsnetele care cad pe linii la o distanţă relativ mică (700—800 m cînd staţia este protejată cu descărcătoare cu rezistenţă variabilă şi 2100—2400 m cînd staţia este protejată cu descărcătoare tubulare) [16] ; de aceea pentru o lungime oarecare, numărul de trăsnete pe an îl exprimăm prin relaţia :

$$N_l = 0{,}75\, l\, k_d\, h_{med}\, 10^{-6}\ (\text{lov./an}), \qquad (6)$$

c) *Numărul de lovituri directe pe linie* după Wagner M_c [16].

Se consideră că pe linie cad trăsnetele formate pe o zonă de lățime y, determinată prin relația

$$y = 2{,}94 \sqrt[5]{H^2} \sqrt[5]{h^3} \text{ (m)} \qquad (7)$$

unde:

H este înălțimea orientativă a norului (m);
h — înălțimea medie a liniei (m).

Între numărul de trăsnete S — care cad pe 100 km lungime de linie într-un an, densitatea anuală a loviturilor în regiunea dată D, înălțimea h (m) a stației și înălțimea norului H (m) s-a stabilit relația:

$$\frac{S}{Dh} = \frac{y}{h} = 2{,}94 \sqrt[5]{\frac{H^2}{h^2}} = f(h) \qquad (8)$$

reprezentată grafic în fig. 4 [$(y = f(H/h)$] pentru diferite înălțimi H.

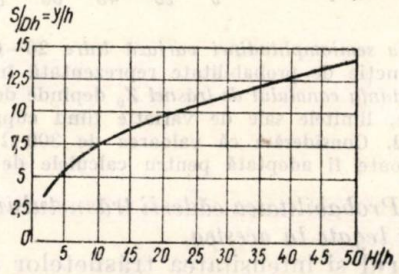


Fig. 4. Reprezentarea funcției $y = f(H/h)$.

În aplicarea acestui mod de calcul considerăm mai rațional să se ia ca bază parametrul D, a cărui determinare se poate face înainte de construcția liniei, pe baza observațiilor meteorologice. Admițînd în medie numărul specific de lovituri pe km² și zi egal cu 0,1 atunci $D = 0{,}1, k_d$ lov./km².an (9), iar numărul de lovituri directe pe 100 km și an, $S = Dy = 10\, k_d y$ lov/100 km. an (10). Pentru o lungime l se stabilește analog ca mai sus expresia,

$$N_l = K_d\, ly\, 10^{-7} \text{ (lov./an)}. \qquad (10')$$

d) *Numărul de lovituri în stație* după același autor.
Cu precizarea făcută asupra parametrului D, rezultă,

$$N_s = 0{,}1\, k_d\, (a + y)\, (b + y)\, 10^{-6}. \qquad (11)$$

Din calculele efectuate, reprezentate sumar în tabelele 1 și 2, observăm că, admițînd $H/h = 20$, se obține pentru stații același număr de lovituri prin cele două formule — (4) respectiv (11) — ceea ce face posibilă utilizarea a uneia sau a alteia.

Din tabela 2 însă observăm că numărul de lovituri obținut prin relația (11') este mai mic decît cel obținut prin relația (6). Considerăm mai rațională utilizarea relației (6) stabilită pe baza unei indicații dată pentru țara noastră și care conduce la un calcul acoperitor.

2. Mijloacele de protecție, zonele de protecție și oportunitatea lor

Rolul elementelor de protecție este îndeplinit de tije verticale, conductoare orizontale așezate la o înălțime mai mare decît obiectul de protejat, dar legate galvanic cu pămîntul, precum și de alte construcții metalice legate la pămînt, a căror înălțime depășește pe cea a stației.

Prin montarea acestor elemente cîmpul electric ce ia naștere favorizează descărcarea între ele și nor, ferind elementele vecine de acțiunea directă a trăsnetului. Astfel se creează zona de protecție a paratrăsnetului, conductorului sau construcției, reprezentînd spațiul în care probabilitatea căderii trăsnetului are o valoare determinată. Realizarea unei probabilități de lovire nule este scumpă; vom considera că

Calculul numărului de lovituri în stație *Tabela 1*

Nr. crt.		Stație 110 kV neprotejată	Stație 110 kV protejată cu paratrăsnete montate izolat	Stație 110 kV protejată cu două conductoare de protecție montate la 44 m depărtare	Stație 35 kV neprotejată	Stație 35 kV protejată cu 4 paratrăsnete montate izolat	Stație 35 kV protejată cu două conductoare prot. montate la 34 m depărtare	Stație 6—10 kV neprotejată	Stație 6—10 kV protejată cu 4 paratrăsnete montate separat	Stație 6—10 kV protejată cu 2 conductoare prot.
1	Dimensiunile stației, m	100×65 15	100×65 30	100×65 28	60×50 8	60×50 18	60×50 17	15×20 5	15×20 9	15×20 8
2	$y_{(m)}$	150	300	280	80	180	170	50	90	80
3	Numărul de lovituri la $k_d = 20$ N_s lov/an	0,107	0,290	0,262	0,0364	0,1175	0,101	0,0091	0,623	0,019
4	Probabilitatea loviturilor ψ_n %	100	0,1	0,1	100	0,1	0,1	100	0,1	0,1
5	Nivelul de protecție $I_m k_A$	150	150	150	100	100	100	75	75	75
6	Probabilitatea depășirii curentului I_m ψ_i %	0,316	0,316	0,316	2,14	2,14	2,14	5,62	5,62	5,62
7	Numărul de declanșări pentru $k_d = 20$ n decl./an	0,107	0,0012	0,00109	0,0371	0,00263	0,00242	0,0096	0,0013	0,00109
8	Numărul de ani la care apare o conturnare sau străpungere	9	832	915	27	370	415	104	770	915

realizarea unei probabilități de 10^{-3} corespunde nevoilor tehnice. În cele ce urmează vor fi reprezentate zonele de protecție ale elementelor menționate potrivit ultimelor cercetări întreprinse.

Unghiul de protecție se determină după relația:

$$\operatorname{tg} \alpha = \left| \frac{dr_x}{dh_x} \right|_{h_x = h} \qquad (13)$$

Tabela 2

Determinarea numărului de lovituri care duc la conturnare

Nr. crt.		Stație 110 kV neprotejată	Stație 110kV protejată cu paratrăsnete montate separat	Stație 110 kV protejată cu conductoare fixate la 44m distanță	Stație 35 kV neprotejată	Stație 35 kV protejată cu paratrăsnete montate separat	Stație 35 kV protejată cu conductoare fixate la 34m depărtare	Stație 6–10 kV neprotejată	Stație 6–10 kV protejată cu paratrăsnete montate separat	Stație 6–10 kV protejată cu 2 conductoare montate la 18 m depărtare
1	Dimensiunile stației, m	100×65×15	100×65×30	100×65×28	60×50×18	60×50×18	60×50×17	15×20×5	15×20×9	15×20×8
2	Numărul de lovituri la $K_d = 20$ Ns lov/an	0,107	0,290	0,262	0,0364	0,1175	0,101	0,0091	0,023	0,019
3	Probabilitatea lovirii stației ψ_A %	100	0,1	0,1	100	0,1	0,1	100	0,1	0,1
4	Nivelul de protecție $I_m k_A$	150	150	150	100	100	100	75	75	75
5	Probabilitatea depășirii curentului ψ_i %	0,316	0,316	0,316	2,14	2,14	2,14	5,62	5,62	5,62
6	Numărul de declanșări la $k_d = 20$ pe an n_0 decl./an	0,107	0,0012	0,00109	0,0371	0,00262	0,00242	0,0096	0,0013	0,00109
7	Numărul de ani la care apare o străpungere	9	832	915	27	370	415	104	770	915

2.1. Zona de protecție a tijelor verticale

2.1.1. Zona de protecție a unei singure tije după datele din literatură [2] [3] este — considerînd $H/h = 20$ pentru $h < 30$ și $H = 600$ m pentru $h \geqslant 30$ m — reprezentată prin relația

$$r_x = 1{,}6\, h \frac{h - h_x}{h + h_x} p_1(h) \qquad (12)$$

în care r_x, h_x, h au semnificația din fig. 5, iar

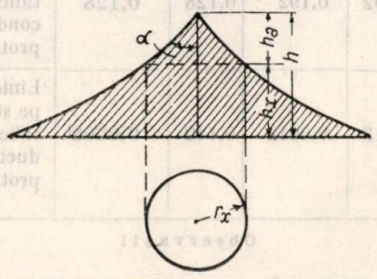


Fig. 5. Zonă de protecție a unui paratrăsnet tije.

$p_1(h)$ este prezentată în fig. 6, și se poate exprima aproximativ după relația $p_1(h) = \sqrt{\frac{30}{h}}$ pentru $h \geqslant 30$ m și $p_1(h) = 1$ pentru $h < 30$ m.

care după cum se poate arăta ușor au valoarea

$$\operatorname{tg}\alpha = 0{,}8 \quad \alpha = 30° \text{ pentru } h < 30 \text{ m} \qquad (13')$$

$$\operatorname{tg}\alpha = -0{,}8\, p_1(h) \text{ pentru } h \geqslant 30 \text{ m}$$

Raza de protecție la nivelul solului rezultă din condiția $h_x = 0$ și are valoarea $r_x = 1{,}6\, h$ pentru $h < 30$ m

$$r_x = 1{,}6\, h \sqrt{\frac{30}{h}} \text{ pentru } h \geqslant 30 \text{ m} \qquad (14)$$

Analizînd fig. 5, relațiile (13′) și (14), putem trage concluzia utilă că supraînălțarea paratrăsnetelor nu conduce în mod corespunzător la o mărire a zonei de protecție. Mărirea zonei de protecție prin supraînălțarea tijei este legată de ridicarea cheltuielilor de construcție și de aceea nu poate fi recomandată decît pentru instalații cu întindere mică și înălțime mare. Pentru mărirea zonei de protecție se utilizează mai multe paratrăsnete.

2.1.2.— Zona de protecție a două tije verticale. Pentru părțile exterioare deschiderii, zona de protecție este determinată cu formula (12). În ceea ce privește partea interioară s-au stabilit curbe [15], ce permit verificarea încadrării unui obiect în zona de protecție.

Necesitatea practică în calcul impune însă determinarea înălțimii active a paratrăsnetelor. Pe baza relației

$$\left(\frac{b_x}{1{,}6\, h_a\, p_1\,(h)}\right)^{1{,}4}\left(1+\frac{h_x}{h}\right)^{1{,}4}+\left(\frac{a}{7\, h_a\, p_2\,(h)}\right)^{1{,}3}-1=0. \tag{15}$$

Lopșit [17] a întocmit o nomogramă care permite — pentru $h \leqslant 150$ m și $a \leqslant 300$ m — să

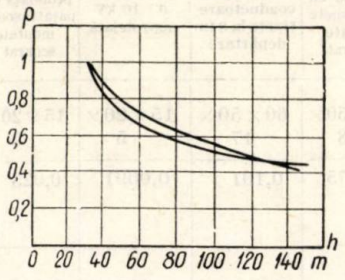


Fig. 6. Dependența factorului de corecție (p) de înălțimea tijei.

se determine înălțimea activă funcție de coordonatele spațiale ale obiectului de protejat, precum să și verifice dacă un anumit obiect se află în zona de protecție.

2.1.3. Zona de protecție a mai multor paratrăsnete. Pentru determinarea zonelor de protecție la 3 sau 4 paratrăsnete, se utilizează rezultatele obținute mai sus; zona exterioară este aceeași ca pentru un paratrăsnet sau respectiv două paratrăsnete.

Spațiul interior paratrăsnetelor se consideră protejat dacă diagonala patrulate ului, respectiv diametrul cercului pe care se află paratrăsnetele este mai mic decît $8\, h_a\, p$.

2.2. Zona de protecție a conductoarelor orizontale

Pentru un conductor orizontal montat la înălțimea h, zona de protecție este dată de

$$r_x = 1,\ 2\, h\frac{h-h_x}{h+h_x}\, p\,(h), \tag{16}$$

unghiul de protecție de,

$$\alpha = \operatorname{arc\,tg}\left|\frac{\mathrm{d}r_x}{\mathrm{d}h_x}\right|_{h_x=h} \tag{17}$$

este $\alpha = 31°$; pentru $h < 30$ m

$$\alpha = \operatorname{arc\,tg}\ 0{,}6\sqrt{\frac{30}{h}}\ ;\ \text{pentru } h \geqslant 30 \text{ m}$$

iar distanța de la verticala conductorului pe sol la punctul care limitează zona este $r = 1{,}2\ h$.

În cazul a două conductoare paralele zona de protecție exterioară se determină conform relației (16), iar zona interioară se consideră după un arc de cerc a cărui săgeată este $h = \frac{a}{4}$.

Din calcule simple rezultă că nivelul inferior al zonei $h_0 = h - \frac{a}{4}$, iar unghiul interior, considerat la locul de montaj al conductorului, este de 37°. Atît tijele verticale cît și conductoarele de protecție se folosesc și pentru protecția liniilor aeriene. Prin montarea contoarelor de protecție pe linii, probabilitatea de lovire a unui conductor activ este dată de relația :

$$\log\,(\psi_\alpha\ \%) = \frac{\alpha^\circ}{20} - 2 \tag{18}$$

α — este unghiul format de verticala conductorului de protecție cu dreapta care unește pe acesta cu cel activ.

2.3. Zona de protecție a construcțiilor metalice legate la pămînt se determină în mod analog ca pentru tijele verticale

2.4. Montarea paratrăsnetelor și a conductoarelor de protecție

Tabela 3

Determinarea numărului de lovituri pe primii 800 m la 20 zile de furtună la $\measuredangle\,\alpha = 35°$

h m	Numărul de lovituri în linie după relația (6)	Numărul de lovituri în conduct. activi	Numărul de lovituri în linie după relația (10 a)	Numărul de lovituri în conduct. activi	Felul liniei
8,60	0,103	0,103	0,069	0,069	Linie 6 —10 kV stîlp beton fără conductor de protecție
9,40	0,113	0,00064	0,076	0,0004	Linie 6 —10 kV stîlp beton, cu conductor de protecție
11,50	0,138	0,138	0,092	0,092	Linie 35 kV pe stîlpi metalici fără conductor de protecție
15,50	0,186	0,00104	0,124	0,000695	Linie 35 kV pe stîlpi metalici cu conductor de protecție
16,00	0,192	0,192	0,128	0,128	Linie 110 kV pe stîlpi metalici fără conductor de protecție
18,00	0,213	0,0012	0,142	0,0008	Linie 110 kV pe stîlpi metalici cu conductor de protecție

Observații

$$\log\,(\psi_k\,\%) = \frac{\alpha}{20} - 2 = \bar{1}.25 \qquad \psi_k\ \% = 0{,}652$$

În calcul nu s-a ținut cont de repartiția curentului între conductoare și suporți.

a) Montarea separată :

conduce la scumpirea instalației și la mărirea numărului de lovituri, datorită creșterii dimensiunilor instalației. Paratrăsnetele se montează în acest caz împreună cu priza de

pămînt proprie, depărtate de centura staţiei la o distanţă dată prin condiţia :

$$s_{min} \geqslant \frac{\alpha_{0,1} U_{1,0}}{E_{d\,min}} = \frac{2R_i}{R_i + Z_0} \cdot \frac{I_0 Z_0}{2} \cdot$$

$$\cdot \frac{1}{E_{d\,min}} \text{ şi deci } s_{min} \cong 0{,}3\, R_i \text{ (m)} \qquad (19)$$

unde R_i este rezistenţa la impuls a prizei. Prin luarea acestei distanţe se împiedică pătrunderea potenţialului înalt pe priza staţiei.

b) Montarea pe cadrul staţiei:

conduce la ieftinirea considerabilă a protecţiei, la egalizarea potenţialelor în cadrul staţiei, precum şi la reducerea potenţialului, ceea ce ia naştere în vîrful stîlpului, lucru ce se poate uşor arăta. Astfel, prin legarea la cadrul staţiei rezultă mai multe căi de scurgere în paralel, ceea ce contribuie la micşorarea inductanţei, mărirea capacităţii şi deci la micşorarea corespunzătoare a impedanţei de undă $Z_x = \sqrt{\frac{L}{C}}$

Din relaţia $U_2 = \frac{2U_{1,2}}{1 + \frac{Z}{Z_x}}$ (20)

se vede că tensiunea din capul stîlpului U_2 scade, cu scăderea lui Z_x.

Montarea paratrăsnetelor pe cadrul staţiei poate conduce însă la conturnări inverse. Pericolul conturnării inverse scade, cu scăderea rezistenţei de legare la pămînt şi cu mărirea rigidităţii la impuls a izolaţiei; calculul necesită cunoaşterea caracteristicilor tensiune-timp ale izolaţiei şi elemenetelor de protecţie.

c) Montarea pe diferite construcţii:

în special se poate utiliza montarea paratrăsnetelor pe construcţiile de susţinere a proiectoarelor. În acest caz între conducta de coborîre şi cămaşa cablului de alimentare se poate crea o diferenţă de potenţial, dacă cuplajul între ele este slab. Diferenţa de potenţial este dată de relaţia $\Delta U = U_0 (1 - K)$ (21) unde U_0 este tensiunea în capul paratrăsnetului, iar K este coeficientul de cuplaj.

Considerăm că între asigurarea unui cuplaj bun $K = 1$ şi o legătură echipotenţială, ultima să fie acceptată oferind o siguranţă mărită. În acest caz cablul trebuie să fie montat în sol pentru a permite crearea unei noi căi de curent din cămaşa cablului şi a feri pătrunderea potenţialului înalt pe priza staţiei.

2.5. Comparaţii între mijloacele de protecţie

Paratrăsnetele tije au o zonă de protecţie concentrată, astfel încît pentru acoperirea unui anumit spaţiu este necesar a se monta un număr mai ridicat de elemente. Sînt însă instalaţii sigure şi necesită cheltuieli reduse.

Conductoarele de protecţie oferă o zonă de protecţie uniformă de-a lungul instalaţiei şi permit egalizarea potenţialelor, mai ales atunci cînd sînt montate pe cadrul staţiei. Întreţinerea lor este însă costisitoare, dacă se ia în considerare faptul că pentru reparaţii, revizii, instalaţia trebuie scoasă parţial sau total de sub tensiune. La aceasta mai trebuie adăugată posibilitatea de rupere datorită acţiunii vîntului şi chiciurei.

Rezultă din cele de mai sus că întrebuinţarea unui sistem sau altul de protecţie trebuie făcută în urma unui calcul tehnico-economic, luînd în considerare soluţiile posibile.

2.6. Oportunitatea protecţiei contra loviturilor directe

În cele de mai sus s-au analizat mijloacele de protecţie. Se pune întrebarea : este necesară totdeauna protecţia staţiilor contra loviturilor directe de trăsnet?

Pentru a răspunde la această întrebare vom efectua un calcul care să dea numărul de conturnări pe an, sau numărul de ani la care apare o conturnare, în ipoteza lipsei protecţiei şi în ipoteza prevederii protecţiei prin unul din mijloacele indicate. Calculele sînt prezentate în tabelele 1, 2 şi 3 şi permit să se tragă o serie de concluzii.

Concluzii privind protecţia staţiilor electrice contra loviturilor directe de trăsnet

Din consideraţiile de mai sus şi pe baza calculelor concretizate în tabelele 1, 2 şi 3 rezultă :

a) Numărul de lovituri pe linie, periculoase pentru staţie, este mai mare în general decît numărul de lovituri directe în staţie (exp. : la o staţie de 110 kV, de întindere medie $N_s = 0{,}107$, iar la linie $N_l = 0{,}192$).

Rezultă că nu se poate concepe protecţia staţiilor fără a lua măsuri de protecţie pentru liniile aeriene legate la ea.

b) Prezenţa paratrăsnetelor duce în staţie la mărirea numărului de lovituri, dar micşorează considerabil probabilitatea de lovire a utilajelor.

c) La staţiile de 25—35 kV, cu o întindere mică, protecţia contra loviturilor directe de trăsnet nu este necesară, numărul de ani la care poate apărea o conturnare este de peste 40. La staţiile de 6—10 kV datorită întinderii mici şi înălţimii reduse numărul de ani la care poate apărea o conturnare este de peste 100 ; rezultă că instalarea unei protecţii speciale contra loviturilor directe de trăsnet nu este necesară în acest caz.

d) În alegerea protecţiei, trebuie cunoscute condiţiile locale care au o influenţă mare în alegerea protecţiei, precum şi folosite efectele de protecţie ale clădirilor, coşurilor şi construcţiilor metalice legate la pămînt.

e) Instalarea paratrăsnetelor sau conductoarelor de protecţie pe cadrul staţiei conduce la ieftinirea protecţiei ; de aceea, ori de cîte ori este posibil să se evite conturnările inverse — prin întărirea izolaţiei sau alegerea unei rezistenţe de legare la pămînt mică — soluţia trebuie aplicată. Pentru efectuarea acestor calcule trebuind să se cunoască caracteristica tensiune-timp, este necesară ridicarea acesteia în laborator.

BIBLIOGRAFIE

[1] Arhanghelski T., Tretyac şi Zaleski : *Protecţia contra trăsnetului a reţelelor de distribuţie de înaltă tensiune în U.R.S.S.* C.I.G.R.E 1935 Rap. 336

[2] Zaleski A. M. *Cercetări asupra modelelor relativ la protecţia liniilor şi staţiilor contra descărcărilor fulgerului.* CIGRE 1935 R 317.

[3] Akopian A. A. : *Cercetări de laborator asupra zonelor de protecție prin parafulgere și lije multiple.* CIGRE 1937 R 328.
[4] Kostenko M. V.: *Supratensiunile atmosferice și protecția instalațiilor de înaltă tensiune* (l. rusă). Gosenergoizdat Moscova 1949.
[5] Stekolniko-v I.S.: *Protecția contra trăsnetului a clădirilor și construcțiilor în gospodăriile sătești* Edit. Minist. Gospod. Comunale — Moscova 1956.
[6] Ministerul Centralelor Electrice-Ind. Electrotehnice : *Prescripții pentru protecția instalațiilor de curent alternativ 3 — 220 KV contra supratensiunilor.* Gosenergoizdat Moscova 1954.
[7] Knowlton A.E.: *Norme standard pentru inginerii electricieni* Mc. Graw-Hill New-York 1949
[8] x x x : *Protecția sistemelor electrice de transport* London 1949
[9]Institutul de cercetări pentru energia electrică *Recomandări pentru protecția contra supratensiunilor* Ed. Villenki Budapest 1957.
[10] Drăgan Gleb.: *Folosirea cablurilor pentru protecția instalațiilor electrice de înaltă tensiune (3 — 10 kV) împotriva supratensiunilor atmosferice.*, Autoreferat asupra lucrării de disertație. Ed. Min. Învățământului Buc. 1958.
[11] M.E.E.I.E.: *Instrucțiuni pentru protecția instalațiilor electrice împotriva supratensiunilor atmosferice.* Ed. Energetică de Stat București 1953.
[12] M.E.E.I.E : *Instrucțiuni pentru protecția instalațiilor electrice împotriva supratensiunilor atmosferice.* OPED M.E.E.I.E. 1957.
[13] Laurent M.I.G. : *Considerații asupra trăsnetului și asupra protecției clădirii contra efectelor sale.* Bull. soc. Franc. Electr. 8 (1958) nr. 87 p. 154.
[14]Avramescu A., Stănciulescu F. : *Reprezentarea analitică a undelor de impuls.* Bul. Știint. I. P. Buc. 18 (1956) 1—2, 65—115.
[15] Babicov, Komarov, Sergheev A.I. : *Tehnica tensiunilor înalte* Gosenergoizdat-Moscova 1956
[16] Bagala E. *Este necesară protecția stațiilor electrice.* L'Energia Elettrica XXXIII (1956) Nr. 3 p. 312.
[17] Lopsiț I. M. *Nomograme pentru determinarea zonei de protecție a paratrăsnetelor-tije* Electricestvo 1957 Nr. 7 p. 76.

O nouă metodă de valorificare a parametrilor hidrologici ai unui curs de apă*)

Ing. *SEPTIMIU PĂUNA*

Folosirea complexă a cursurilor de apă dintr-o țară sau regiune impune o serie de studii preliminare asupra regimului rîurilor respective.

Se impune ca orice curs de apă să fie studiat sub aspectul amenajării și folosirii lui complexe, adică în scopuri multilaterale cum ar fi : energetic, irigații, alimentări cu apă industrială, plutărit și navigație, piscicultură etc.

În acest scop studiul apelor unui curs de rîu se bazează pe cunoașterea a doi din parametrii fundamentali : cunoașterea nivelelor și a debitelor de apă. Pentru acest lucru se fac observații zilnice folosindu-se numeroase stații hidrometrice instalate în lungul rîurilor și în albiile lor.

Observațiile constau din citirea zilnică pe mira hidrometrică a nivelelor și apoi, printr-o serie de alte măsurători și calcule, se determină debitele corespunzătoare nivelelor respective.

Nu este suficient a se face numai observații și măsurători, oricît de exacte și minuțioase ar fi ele, fără a fi urmate și de o prelucrare a acestora.

Această prelucrare se bazează pe metodele statistico-matematice care conduc în final la stabilirea frecvenței și duratei nivelelor.

Metodele obișnuite folosesc de cele mai multe ori ca unitate de timp pentru prelucrarea și reprezentarea datelor hidrometrice anul calendaristic sau cel hidrografic și pentru fiecare stație hidrometrică se stabilesc diagramele de frecvență și durată pe un an sau pe un număr oarecare de ani. Uneori aceste grafice se întocmesc folosindu-se ca unitate luna, săptămîna sau chiar decada, întocmindu-se astfel 12, 48 sau 36 grafice. În acest mod se ajunge la prelucrarea completă a datelor hidrometrice. Apare însă un inconvenient, și anume numărul mare de grafice face dificilă urmărirea succesivă a variației nivelelor sau a debitelor în timp. Separat de acest lucru — folosind atîtea grafice — este nevoie de un volum mare de muncă.

Pentru eliminarea acestor inconveniente, în studiul de față se propune o metodă nouă de valorificare a datelor hidrometrice. Prelucrarea datelor este concretizată într-un grafic simplu de construit și de interpretat.

Cu ajutorul acestui grafic se pot rezolva cu ușurință o serie de probleme ce se pun în gospodărirea complexă a apelor, lucru ce nu se putea face prin nici una din metodele cunoscute pînă în prezent.

Această metodă nouă se aplică cu aceeași ușurință și aproape în aceleași condiții atît pentru parametrul „nivele" cît și pentru cel al „debitelor".

Ne vom ocupa în această lucrare de prelucrarea nivelelor unui curs de apă la o stație hidrometrică oarecare.

Dintre metodele cunoscute astăzi pentru prelucarea datelor hidrometrice și reprezentarea lor sub formă grafică este folosită în special una din ele care a devenit clasică și pe care o redăm în fig. 1.

Se poate vedea din acest grafic că datele hidrometrice se înscriu într-un mic tabel grupate și ordonate pe hidrogradele*) cuprinse între (0—1) ; (1—2) ; (10—11). În dreptul fiecăruia dintre hidrogradele respective se înscriu cifrele care reprezintă frecvența și durata nivelelor, grupate în limitele hidrogradelor respective și exprimate în zile.

S-a luat ca exemplu un caz concret, și anume s-au prelucrat datele hidrometrice înregistrate la o stație hidrometrică dintr-un port oarecare

*) Metodă extinsă la reprezentarea și interpretarea variației frecvenței și duratei nivelelor.

*) Hidrogradul este a 10-a parte din diferența rezultată dintre nivelele max. max. și min. min. înregistrate pe o perioadă de ani studiați ; hidrogradul are o valoare relativ constantă pentru o anumită perioadă de ani.

la Dunăre. Observațiile sînt făcute pe o perioadă de cca 70 ani (anii 1879—1951, mai puțin anii din timpul primului război mondial).

Pe ordonată se reprezintă nivelele (H) exprimate în hidrograde, iar alături se fac transformări în „cote" exprimate în metri, eventual în subunități ale metrului.

Pe abscisă se trece timpul (T) în zile.

După cum rezultă din tabela 1 și din fig. 1, durata este rezultatul adunării succesive a frecvențelor, începînd cu frecvența celui mai mare către cel mai mic hidrograd.

Pentru ca metoda să răspundă și la aceste întrebări, trebuie să se construiască 12 grafice medii lunare, plus un grafic mediu anual. Sînt necesare deci, în total, 13 grafice de frecvență și durată.

Tabela 1

Hidrogradul		0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11
Zile	Frecvența	217	1 436	3 257	4 165	4 614	4 406	3737	2 130	1 232	346	26
	Durata	25 566	25 349	23 913	20 656	16 491	11 877	7 471	3 734	1 604	372	26

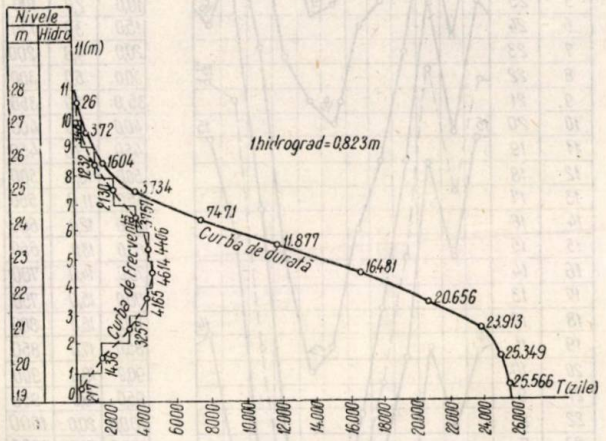


Fig. 1. Curba de durată și frecvență într-un port la Dunăre (Perioada 1879—1951).

Se poate vedea ușor că atît cifrele din tabelă cît și graficul propriu-zis indică frecvența unor anumite nivele grupate, precum și durata lor pe întreaga perioadă de 70 de ani, fără însă a reda nici un indiciu în ce lună sau în ce decadă a lunii respective s-au înregistrat aceste nivele.

În anumite cazuri de folosințe a cursurilor de apă nu ne este indiferent în ce lună din an au fost înregistrate anumite nivele și care a fost frecvența sau durata lor. În unele situații sîntem interesați să cunoaștem frecvența și durata chiar pe timp limitat : pe grupe de cîte zece zile sau cinci zile, uneori pe grupe de 2 săptămîni sau o săptămînă. Acest lucru se impune, în special, atunci cînd se pune problema exploatării cursului de apă în scop energetic, hidroameliorativ, plutărit și navigație, alimentare cu apă industrială, piscicultură etc.

Metoda clasică folosită în prezent pentru reprezentarea grafică a frecvenței și duratei nivelelor nu poate să dea un răspuns acestor întrebări.

Dacă se merge mai în amănunt și vrem să cunoaștem cum sînt repartizate nivelele pe săptămîni sau pe decade, trebuie să construim tot atîtea grafice cîte săptămîni sau decade sînt într-un an. Practic din cauza volumului mare de muncă și a greutății urmăririi fenomenului nu se întocmesc atîtea grafice, ci se reduce totul la un singur grafic similar celui din fig. 1.

După cum am arătat mai sus noua metodă ce se prezintă în acest studiu elimină toate aceste inconveniente.

Ca și la metoda clasică datele hidrometrice înregistrate la mîră, luate din anuarele hidrometrice, sînt prelucrate și se înscriu într-o tabelă de frecvență și durată (vezi tabela 2). Cifrele care reprezintă frecvența și durata se grupează pe diviziuni ale metrului, raportate direct la cota terenului de amplasare a mirei sau prin interpolare pot fi raportate la unul sau mai multe puncte din lungul rîului, acolo unde ne interesează.

În fig. 2 sînt reprezentate frecvența și durata nivelelor într-un punct la Dunăre studiate pe o perioadă de 50 ani, situat la km 474. Studiile au fost determinate de necesitatea executării unor construcții hidrotehnice impuse de amenajarea complexă a unei suprafețe avînd ca obiective principale : îndiguirea, desecarea și irigația.

Am menționat ca o caracteristică foarte importantă a noii metode grafice faptul că cu ajutorul ei se redau, în mod succesiv, frecvența și durata nivelelor (pe o perioadă de ani oricît de mare) pe fiecare lună, decade etc.

În legătură cu prelucrarea statistico-matematică a nivelelor, eventual și a debitelor, sub formă de grafice de durată sau asigurare se pune și problema preciziei calculului. Din teoria probabilității se știe că eroarea de determinare a mărimilor studiate poate fi exprimată sub forma

$$\pm \varepsilon = \frac{100\, C_v}{\sqrt{n}} \%$$

unde :

C_v este coeficientul de variație al mărimii date (nivele sau debite) exprimate ca abatere medie pătratică a valorilor față de medie și are valoarea :

$$C_v = \sqrt{\frac{\overline{(K-1)^2}}{n-1}}, \text{ în care } K = \frac{Q_1}{Q_0} \text{ sau } K = \frac{H_1}{H_0} ;$$

Tabela 2

Frecvența și durata nivelelor înregistrate

Nivele cuprinse între, (m)	de bază reprezentate (m)	X		XI		XII		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX	
		F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D
21–20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0.6	0.6	1.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0
20–19	19	0	0	0	0	0	0	0.8	0.8	0.9	0.9	2.2	2.7	4.0	4.6	4.0	5.0	1.7	1.7	0.3	0.3	0	0	0	0
19–18	18	0	0	0	0	0	0	1.7	2.5	3.6	4.5	2.8	5.5	5.0	9.6	3.6	8.6	5.3	7.0	0.7	1.0	0.4	0.4	0.5	0.5
18–17	17	1.0	1.0	6.0	6.0	1.0	1.0	3.9	6.4	6.5	11.0	7.9	13.4	9.0	18.6	11.2	19.8	8.0	15.0	5.4	6.4	0.8	1.2	1.5	2.0
17–16	16	3.5	4.5	3.4	9.8	3.5	4.6	4.6	11.0	6.0	17.0	7.9	21.3	7.2	25.8	6.4	26.2	8.0	23.0	6.6	13.0	1.8	3.0	3.4	5.4
16–15	15	5.5	10.0	5.5	15.7	6.5	11.0	8.0	19,10	6.0	23.0	4.7	26.0	2.8	28.6	2.8	29.0	5.0	28.0	11.0	24.0	11.0	14.0	4.6	10.0
15–14	14	8.7	18.7	6.8	21 8	7.5	18.5	6.2	25.2	4.4	27.4	3.0	29.0	1.1	29.6	0.9	29.9	1.8	29.8	4.4	28.4	9.4	23.4	8.0	18.0
14–13	13	8.3	27.0	6.2	28.0	10.0	28.5	3.8	29.0	1.6	29.0	1.0	30.0	0.4	30.0	0.1	30.0	0.2	30.0	1.6	30.0	5.6	29.0	10.0	28.0
13–12	12	2.5	29.5	1.5	29.5	1.5	30.0	1.0	30.0	1.0	30.0	0	30.00	0	30.00	0	30.00	0	30.00	0	30.00	1.0	30.0	0.3	29.7
12–11	11	0.5	30	0.5	30.0	0	30.00	0	30.00	0	30.00	0	30.00	0	30.00	0	30.00	0	30.00	0	30.00	0	30 00	0	30.00

Notă: Această tabelă se întocmește în ipoteza reprezentării nivelelor pe luni putîndu-se extinde pînă la reprezentarea nivelelor pe decade: în această situație coloana reprezentînd luna se divide în cele 3 decade lunare, fiecare din decade având subcoloanele *F* și *D*.

Q_0 și H_0 media multianuală a anilor studiați:

$$H_0 = \frac{\sum_1^v H_i}{n} \text{ și } Q_0 = \frac{Q_1}{n};$$

n — șirul de ani observați.

Este clar că eroarea pe care o facem, datorită faptului că admitem anul de 360 zile în loc de 365 zile, practic este foarte mică, fiind de ordinul 0,013 (1,3 %).

În graficul 2 se observă următorul lucru: în coloana ce reprezintă „durata nivelelor" sînt

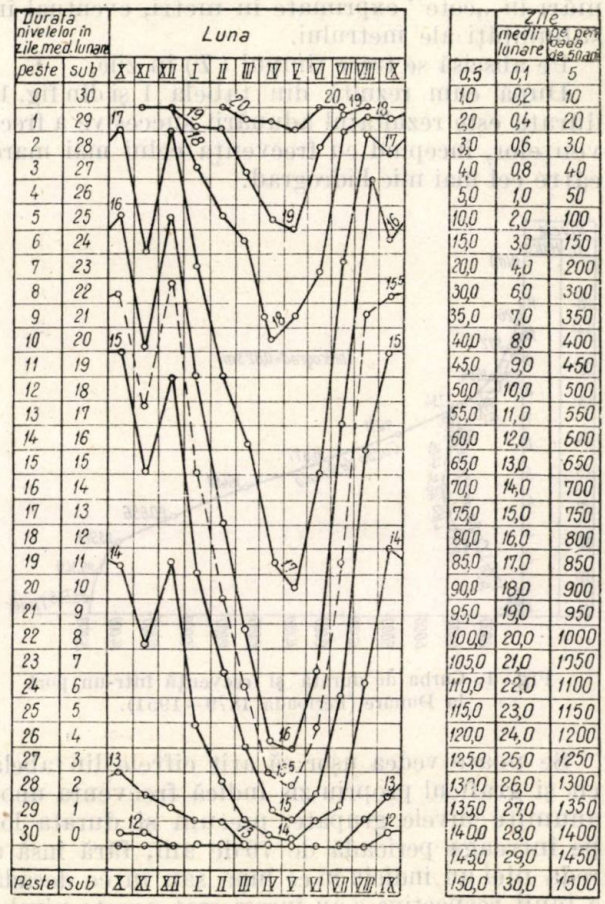


Fig. 2. Frecvența și durata nivelelor lunare la Dunăre înregistrate pe o perioadă de 50 ani la km. 474.

două subcoloane în care sînt trecute cifrele ce reprezintă durata nivelelor înregistrate „peste" un anumit nivel ce ne interesează și durata nivelelor înregistrate „sub" același nivel.

Pe abscisă sînt trecute lunile dintr-un an începînd cu luna octombrie (anul hidrologic). Unirea punctelor ce reprezintă frecvența sau durata nivelelor din aceeași grupă, unite în mod succesiv (de la lună la lună) constituie graficul frecvenței și duratei unui aceluiași nivel. Procedînd astfel pentru fiecare grupă de nivele în parte, obținem diferitele curbe ale grupei de nivele respective.

Noua metodă grafică se reduce în fond la a reprezenta durata nivelelor în mod succesiv, nivel după nivel, pentru fiecare lună în parte, eventual pentru fiecare săptămînă, decadă etc. din cadrul aceleiași luni.

Odată întocmită tabela 2 se execută graficul de frecvență și durată, începînd cu luna octombrie.

Cifrele întabelate reprezintă frecvența și durata nivelelor pentru fiecare grupă.

În coloana „nivele de bază reprezentate..." sînt trecute nivelele ce urmează a fi reprezentate, numite convențional „nivele de bază". Prin aceste „nivele de bază" se înțelege toată grupa de nivele cuprinse între acestea și nivelele imediat superioare.

Timpul cît durează nivelele înregistrate între două nivele succesive de bază constituie frecvența nivelelor respective.

De exemplu, în luna ianuarie nu au fost înregistrate nivele peste nivelul 20, deci frecvența este „0".

Nivelele aflate peste nivelul 19, respectiv nivelele cuprinse în grupa de nivele 19—20, au fost înregistrate timp de 0,8 zile medii lunare, sau timp de 40 zile normale din cei 50 de ani studiați. Frecvența acestui nivel este 0,8 zile medii lunare sau 40,0 zile normale. (În tabela alăturată graficului din fig. 2 este dat echivalentul în zile normale pentru zilele medii lunare). Ca să construim primul punct al curbei de nivel 19, măsurăm de sus în jos, la scară, 0,8 zile medii lunare.

Grupa de nivele cuprinse între nivelele 19 și 18 are frecvența 1,7 zile medii lunare. Ca să construim un punct al curbei nivelului 18, măsurăm de la nivelul 19 în jos 1,7 zile medii lunare la aceeași scară. Durata nivelelor înregistrate, superioare nivelului 18, este de 2,5 zile medii lunare, și așa mai departe. Același lucru se poate face folosind durata pentru construirea curbei. Această ultimă soluție este cea indicată, întrucît se evită însumarea erorilor grafice ce s-ar face pentru transpunerea fiecărei frecvențe.

Succesiv se procedează la fel și pentru celelalte luni. Unind punctele ce reprezintă durata nivelelor de aceeași cotă, de la lună la lună, sau de la decadă la decadă, se obține curba de durată lunară (ev. și decadal) a unui nivel oarecare urmărit succesiv pe un an mediu.

Curbele reprezentînd frecvența și durata anumitor nivele ce ne interesează pot fi ușor urmărite pe întreg anul de la lună la lună, respectiv chiar pe decade. Se poate face cu ușurință interpolarea pentru un anumit nivel.

Pentru ușurința construirii graficului și pentru interpretarea lui, se poate construi alături de grafic un tabel în care să fie trecute zilele medii lunare, echivalentul lor în zile normale, (o zi normală este egală cu produsul dintre o zi medie lunară și numărul de ani studiați) și eventual echivalentul grafic exprimat în milimetri sau fracțiuni de milimetri.

După cum se poate vedea graficul este simplu, ușor de executat și mai ales de interpretat. Noua metodă prezentată pune în evidență trei mărimi; nivelul (H), durata (D) și timpul (T). Graficul prezentat în această nouă formă poate servi pentru orice studii cu privire la folosirea complexă a apelor legată de nivele și servește atît în proiectare cît mai ales în exploatarea construcțiilor hidrotehnice și hidroenergetice.

În ceea ce privește interpretarea graficului în condițiile folosirii complexe a cursurilor de apă, vom indica la fiecare din folosințe în ce constau avantajele noului grafic.

În scopuri hidroenergetice. Metoda preconizată ajută la întocmirea prognozei de exploatare a uzinelor hidroelectrice în vederea utilizării optime a lacurilor de acumulare și la stabilirea energiei disponibile a rîului.

De asemenea pentru proiectarea și stabilirea parametrilor energetici ai U.H.E. pe cursul unui rîu se pot construi grafice similare pentru cei 3 ani caracteristici: anul mediu, anul ploios și anul secetos. Eventual se pot dezvolta numai acele părți din grafic care privesc perioadele secetoase din timpul verii sau iernii.

În lucrările de îndiguire. Scoaterea terenurilor de sub influența dăunătoare a inundațiilor provocată de creșterea nivelelor de apă necesită lucrări de îndiguire care reclamă punerea în mișcare a unor cantități de pămînt foarte mari. Acest lucru reclamă utilaje și brațe de lucru în număr mare, de aceea lucrările de îndiguire costă în general foarte scump.

Orice suprainălțare nejustificată aduce după sine un volum de terasamente foarte mare — de aci o scumpire nejustificată a lucrărilor.

În prezent la proiectare se folosește graficul clasic de durată și frecvență descris mai sus. Apare însă un inconvenient și anume: frecvența și durata nivelelor ce urmează a fi reprezentate grafic constau din însumarea tuturor zilelor din anul în care s-au înregistrat acele grupe de nivele clasate pe hidrograde (frecvența) sau din cumularea aritmetică a zilelor ce reprezintă frecvența (durata). Frecvența și durata nivelelor sînt reprezentate global, or în realitate ele se repartizează în timp pe luni, pe săptămîni, pe decade, eventual pe zile.

Deci, în condițiile lucrărilor de îndiguire nu ne putem da seama cînd sînt înregistrate anumite nivele mari și mai ales cum variază frecvența acestor nivele în timp, respectiv cum variază durata lor în timpul unui an, pe luni, pe săptămîni, pe decade etc.

Noua metodă pune accentul tocmai pe această latură a problemei și în aceasta constă importanța metodei propuse.

Durata anumitor nivele este pusă în evidență și poate fi urmărită pe întreg anul încît un nivel care ne interesează poate fi urmărit succesiv în timpul unui an; se scot în evidență lunile din an cînd sînt înregistrate sau nu anumite nivele ce pun în pericol îndiguirile, după cum se pot pune în evidență perioadele din an cînd sînt nivele mici, deci lunile cînd pot fi executate lucrări de îndiguire etc.

În lucrările de desecare. În condițiile desecării noua metodă prezintă aceleași avantaje. În calculul debitelor de desecare cauzate de infiltrația produsă din nivelele mari ale surselor de apă ce udă periferia suprafețelor îndiguite se ține seama de variația nivelelor de apă înregistrate lunar. În exploatarea sistemului propus spre desecare se stabilește o curbă a debitelor de apă ce trebuie evacuate lunar, ori în această situație, cunoașterea variației nivelelor lunar (eventual decadal) este foarte importantă.

Se știe că anumite nivele mari care au o durată mare (peste 15—20 zile) influențează puternic asupra debitelor de desecare care constau din însumarea debitelor provenite din infiltrația prin diguri și din debitele captate din pînza de apă freatică ridicată în incintă. Noua metodă de reprezentare grafică a frecvenței și duratei nivelelor poate fi folosită nemijlocit în studiile și proiectele privind amenajarea unei

suprafețe în vederea desecării; de asemenea pot fi puse în evidență și acele perioade din an cînd nu avem nivele mari generatoare ale unor debite de desecare.

Concomitent se pot stabili condițiile de evacuare a debitelor dintr-o incintă îndiguită, funcție de nivelul apei în care se face evacuarea în afara incintei îndiguite. La proiectarea sistemelor de desecare se pune în evidență timpul probabil de evacuare a apelor, fie pe cale gravitațională, fie prin pompare.

În lucrările de irigare. Ca și la desecare, în lucrările de irigare noua metodă își poate găsi întrebuințare.

Se știe că într-o exploatare rațională a irigării unor suprafețe de teren se întocmesc curbele de udare. Aceste curbe exprimă debitele medii decadale și lunare de udare.

Cunoscînd cum variază lunar nivelele în sursa de alimentare cu apă, care este frecvența și durata acestor nivele, se poate întocmi un plan de exploatare rațională la punctul de captare a apei (priza de apă sau la stația de pompare).

De asemenea prin noua metodă se pot pune în evidență atît durata cît și frecvența nivelelor care nu vor putea să asigure în condiții normale captarea debitelor de apă necesare irigării.

Se pot face orice ipoteze de studii și calcule tehnico-economice în ceea ce privește irigarea, legată de cunoașterea frecvenței și duratei anumitor nivele din sursa de alimentare cu apă.

Menționăm aceleași inconveniente pe care le prezintă folosirea metodei clasice pentru reprezentat frecvența și durata nivelelor cursului de apă.

În plutărit și navigație. Pentru unele rîuri din țara noastră, de altfel ca și pentru orice țară, se pune problema plutăritului și a navigației. Și în acest caz noua metodă de reprezentare grafică a frecvenței și duratei nivelelor pune în evidență lunar sau decadal durata nivelelor care pot asigura plutăritul sau navigația, acest lucru fiind în funcție de șenalul navigabil minim. Se pot executa astfel studii și planuri de exploatare a rîurilor pentru transportul fluvial. Se poate de asemenea deduce cîte zile medii lunare din an pot fi folosite sau nu rîurile pentru transportul fluvial; eventual se pot prevedea posibilitățile de dragare și întreținere a șenalelor navigabile. Metoda clasică nu ne poate pune la dispoziție elementele necesare executării studiilor de mai sus pe luni, săptămîni, sau decade, întrucît durata nivelelor după cum am văzut este exprimată global.

Același lucru se poate spune pentru orice alte folosințe ale cursurilor de apă legate de cunoașterea variației nivelelor. Este de menționat faptul că același grafic întocmit pentru una din folosințele menționate mai sus, odată întocmit, poate fi folosit pentru toate celelalte folosințe, fără să fie nevoie de completări suplimentare.

Mai mult, cu ajutorul aceluiași grafic se poate contura curba înfășurătoare a nivelelor maxime și minime, se poate contura curba nivelelor medii și a oricărui nivel în condițiile oricărei asigurări de nivele care interesează la un moment dat.

BIBLIOGRAFIE

[1] Constantinescu M., Goldstein M., Haram V., Solomon S., *„Hidrologie"* Editura Tehnică, București 1956

[2] Jevdevic V. *„Metode de studiere a potențialului hidroenergetic"* Belgrad 1956.

[4] Pavel D. *Hidroenergetica generală* Editura Tehnică, București 1951

Precizia de calcul în determinarea potențialului hidroenergetic

Ing. *V. CARACUDOVICI* și ing. *P. STEGĂROIU*

În calculul potențialului hidroenergetic teoretic apare necesitatea cunoașterii gradului de precizie cu care valorile rezultate aproximează mărimile reale. Pentru a cunoaște această precizie se vor analiza toate elementele de bază care intervin în relațiile de calcul și abaterile acestora.

1. În forma sa generală, potențialul hidroenergetic teoretic de suprafață este dat de relația de forma :

$$E_s = kT \Sigma x_i \Delta S_i H_i \qquad (1)$$

unde :

k este o constantă;
T — timpul considerat;
X_i — precipitația sau debitul specific;
ΔS_i — suprafața elementară;
H_i — altitudinea medie a elementului ΔS_i

iar potențialul liniar teoretic :

$$E_e = k\ T\ \Sigma Q\ \Delta H \qquad (2)$$

unde :

Q este debitul mediu pe sector,
ΔH — căderea în sectorul considerat.

Din analiza relațiilor (1) și (2) rezultă că elementele de bază pentru calculul potențialului teoretic sînt căderea și debitul (respectiv precipitația). Cunoașterea abaterilor probabile în determinarea potențialului hidroenergetic va fi deci funcție de abaterea elementelor topometrice (ridicări topometrice și hărți) și a elementelor hidrometeorologice (precipitații și debite).

2. Fără a intra în probleme de strictă specialitate, se va analiza precizia determinării elementelor topometrice utilizate în calcule hidroenergetice. Normele în vigoare prevăd diferite grade de precizie funcție de aparat, panta terenului, lungimii, număr de puncte etc., cifrele maxime admisibile, în efectuarea drumuirilor nedepășind $\pm 0{,}3 \div 0{,}4\ \%$.

La trasarea izohipselor, pe baza ridicărilor topometrice, abaterea probabilă depinde de : metoda utilizată, densitatea rețelei de puncte, scară etc. Luînd în considerare toate aceste elemente, se poate admite că la hărțile cu scări uzuale folosite în calculele hidroenergetice, abaterea totală nu poate depăși $\pm 1 \div 2\ \%$.

Pentru calculul potențialului de suprafață în cazul folosirii hărților la scara 1 :100 000, eroarea la determinarea elementelor de suprafață ΔS este de ordinul $\pm 1 \div 2\ \%$ (admițînd pentru planimetru o eroare medie de $\pm 1\%$), iar eroarea în determinarea altitudinilor medii

pe aceleași elemente de suprafață poate ajunge la $\pm 2 \div 3$ %. Pentru calculul potențialului liniar se folosesc ridicări topometrice în lungul rîului sau hărți la scară mare (1 : 20 000 ; 1 : 25 000). Profilele longitudinale se execută de obicei în perioadele de etiaj, cînd nivelul apei urmărește îndeaproape panta talvegului. Erorile care apar în determinarea cotelor punctelor pe profilul longitudinal sînt de mărimea erorilor ce apar în operațiile topometrice de drumuire și eventualele abateri de la un sector la altul se compensează în aval, eroarea totală pe rîu fiind neînsemnată.

3. Determinarea elementelor hidrometeorologice se face prin mai multe metode, aparatajul utilizat fiind foarte diferit.

În datele pluviometrice, erorile sînt cauzate de aparatul respectiv, de metoda de măsurare folosită, cît și de condițiile de amplasare a aparatelor.

La determinarea precipitațiilor medii, erorile totale, inclusiv cele cauzate de prelucrarea datelor, pot ajunge la $\pm 5 \div 10$ % și chiar mai mult, funcție de amplasare.

Pentru cunoașterea variațiilor debitelor scurse pe rîu, într-o secțiune dată, este necesară pe de o parte cunoașterea variației nivelelor medii și pe de altă parte cunoașterea cîtorva debite instantanee caracteristice pentru determinarea relației $Q = f(H)$ (cheia limnimetrică.).

Metodele cele mai frecvente pentru măsurarea debitelor instantanee se bazează pe cunoașterea vitezelor medii în secțiune, care se determină de obicei cu moriști hidrometrice și flotori. Morișca, fiind un aparat de precizie, conduce la măsurarea debitului cu o precizie mai mică de ± 1 %, iar măsurarea cu flotori conduce la erori sub 10 %. (La calculul debitelor prin metoda analitică, metodă mai puțin precisă, eroarea este de ± 3 %). Aceste valori, ca de altfel toate valorile care au fost date pînă aici, presupun folosirea corespunzătoare a aparatelor și metodelor de măsură.

Transformarea variației nivelelor prin intermediul cheilor limnimetrice introduce erori noi de ordinul $5 \div 10$ % depinzînd de numărul măsurătorilor, stabilitatea patului albiei, extrapolarea cheii, corecțiile de iarnă etc.

Erorile despre care s-a vorbit mai sus dau imaginea intervalului de variație a unei mărimi în jurul valorii probabile privită ca mărime statistică. Din acest motiv eroarea totală nu reprezintă o însumare aritmetică a erorilor parțiale, sau mai precis probabilitatea însumării erorilor în același sens este foarte mică, practic imposibilă, deci în ansamblu eroarea totală este mai mică decît suma erorilor parțiale.

4. Interpretînd șirurile de date hidrologice ca șiruri statistice, în calculele hidrologice, statistica matematică își găsește un vast domeniu de aplicație, urmărind studierea diferitelor fenomene pe baza valorilor medii în perioade îndelungate și pe baza valorilor extreme. În calculul potențialului hidroenergetic teoretic interesează în special valorile medii ale acestuia, care să caracterizeze complexul de fenomene ce determină variabilitatea lui în timp.

Avînd un șir de date hidrologice din măsurători directe, se urmărește stabilirea intervalului optim necesar pentru determinarea valorilor medii normale. Se definește ca normală perioada de timp suficient de îndelungată în care elementele hidrometeorologice înregistrează o valoare medie cît mai apropiată de valoarea medie probabilă și valorile individuale sînt reprezentative în raport cu perioada indicată.

Utilizarea unei normale unice pentru studiul în paralel al factorilor condiționali și al elementelor scurgerii permite o caracterizare completă a condițiilor hidrometeorologice dintr-o regiune dată, scoțînd în evidență relațiile existente între diferitele elemente.

La noi în țară, stațiunile complexe hidrometeorologice sînt puține. Există un număr mult mai mare de stațiuni meteorologice în comparație cu cele hidrometrice, cu observația că primele sînt mai dezvoltate în zona de șes și foarte rare la altitudini de peste 1 000 m d.M., deci, rare în zonele cele mai interesante din punct de vedere hidroenergetic. Stațiunile hidrometrice, deși numeric insuficiente, fiind dispuse în zonele interesante, corespund mai mult cerințelor hidroenergetice. În plus, debitele măsurate pe un rîu într-un punct reflectă condițiile scurgerii în tot bazinul de recepție, dînd o imagine mai completă asupra ansamblului de fenomene hidrometeorologice.

Calculul valorilor medii ale elementelor hidrometeorologice poate fi efectuat în diferite moduri, funcție de criteriile luate în considerație.

Astfel, se pot diferenția :

A — valori medii calculate pe durate de observații existente atunci cînd acestea sînt suficient de îndelungate — șiruri neîntrerupte sau șiruri cu lacune mari ;

B — valori medii calculate pe durate variabile care conduc la aceeași eroare matematică ;

C — valori medii calculate pe aceeași perioadă pentru toate stațiunile.

A. Căutînd să se folosească toate datele existente s-au determinat valorile medii pe întregul șir de ani existent fără a se ține seama de celelalte stațiuni.

Atît timp cît se analizează stațiunile luate izolat, această metodă nu conduce la dificultăți. În momentul în care se analizează un teritoriu mai mare, cu mai multe stațiuni (de exemplu un bazin), apare necesitatea comparării rezultatelor nesatisfăcută de metoda de mai sus.

În cazul cînd șirurile au lacune relativ mici și cînd în vecinătate se găsesc stațiuni similare cu observații îndelungate, se folosește metoda completării lacunelor prin corelație cu condiția ca factorii condiționali ai scurgerii pentru stațiunile corelate să fie relativ aceiași. Eroarea completării lacunelor prin corelații este funcție de numărul de puncte, de abaterea lor, de coeficientul de variație etc., ajungînd în unele cazuri la valori destul de mari $\pm$ 20%.

Atunci cînd în șirul de date avem lacune mai lungi (10—15 ani), care fiind generale nu pot fi completate pe bază de corelație cu alte stațiuni, se pune problema dacă este recomandabil să neglijăm această lacună și să lucrăm cu un șir de date directe cu întrerupere.

Chiar dacă valoric acest fapt nu are o influenţă asupra mărimii mediei, soluţia determinării mediei pe baza unui şir de date cu o lacună este criticabilă, ea avînd un caracter empiric.

Cele două metode analizate mai sus nu sînt deci recomandabile în calculul valorilor medii.

B. Interpretînd datele asupra elementelor hidrometeorologice ca şiruri statistice, se pune întrebarea care este intervalul necesar pentru a obţine o eroare admisibilă la determinarea mărimilor medii normale. Problema devine cu atît mai interesantă şi soluţionarea ei este necesară, întrucît practic nu se poate obţine un şir oricît de lung de date. Notînd cu C_v coeficientul de variaţie şi cu n numărul anilor luaţi în consideraţie, eroarea matematică va fi dată de:

$$\sigma\% = 100 \frac{C_v}{\sqrt{n}}, \qquad (3)$$

Mergînd pe această linie şi ţinînd seama de faptul că în calculele hidroenergetice la care sînt folosite datele asupra debitelor se cere o precizie de calcul de $\pm 5 \div 10\%$, se ajunge la concluzia că în cazul unor staţiuni unde coeficientul de variaţie este mare, cum este cazul staţiunii Cervenia pe rîul Vedea ($C_v = 0{,}60$), a rezultat ca necesară o perioadă de 144 — respectiv 36 ani (pentru eroarea de 5% — respectiv 10%), iar pentru staţiuni ca Orşova, pe Dunăre ($C_v = 0{,}18$), ar fi suficient 16 — respectiv 4 ani de observaţie.

Această metodă, care satisface criteriile matematice exacte, exclude însă posibilitatea comparării şirurilor hidrologice dînd perioade de calcul foarte deosebite de la un rîu la altul.

C. Urmărindu-se folosirea unei perioade normale unice pentru întreaga ţară, s-au analizat şirurile de date îndelungate existente la 17 staţiuni principale. Graficele reprezentînd variaţia mediilor succesive au fost trasate calculîndu-se aceste medii începînd cu 1955 înapoi. S-a ales ca bază anul 1955, el fiind ultimul an complet prelucrat în momentul întocmirii studiului. S-au calculat mediile succesive [3]

$$\overline{x}_1;\ \overline{x}_2 = \frac{x_1 + x_2}{2};\ \ldots\ \overline{x}_i = \frac{\sum_1^i x_i}{i} \qquad (4)$$

şi s-a trasat curba oscilatorie reprezentînd variaţia lor, termenul final tinzînd către valoarea x_∞, care reprezintă valoarea medie probabilă la un număr infinit de ani. Dacă însă ne fixăm în prealabil o limită superioară pentru eroarea probabilă la determinarea mărimii medii normale, şirul de ani devine finit, scurtîndu-se foarte mult.

Criteriile care au stat la baza studierii perioadei normale la inventarierea resurselor hidroenergetice din R.P.R. [1] sînt:

a) Valoarea medie a elementelor hidrometeorologice pe perioada normală aleasă să nu depăşească $\pm 10\%$ faţă de orice debit mediu calculat pentru o perioadă mai lungă decît cea normală.

b) Variaţia cronologică a mărimilor studiate în perioada normală să fie reprezentativă în ceea ce priveşte succesiunea anilor excedentari şi a anilor deficitari.

c) Perioada normală să fie astfel aleasă, încît să cuprindă cît mai multe staţiuni din reţea cu observaţii prelucrabile şi neîntrerupte în intervalul dat.

Avînd în vedere criteriile amintite, s-a ajuns la concluzia că este suficient să ne limităm la un şir de maximum 30 ani, adică la perioada 1926÷1955.

Perioada normală de 30 ani este reprezentativă, ea incluzînd anul ploios 1940—1941 şi anul secetos 1942—1943. Urmărind variaţia cronologică a precipitaţiilor şi debitelor se constată o periodicitate de circa 30 ani în apariţia anilor foarte ploioşi (1880—1881, 1912—1913, 1940—1941).

În privinţa datelor disponibile, perioada 1926÷1955 este suficient de bogată, existînd cel puţin o staţiune cu observaţii directe în tot intervalul pentru principalele bazine hidrografice.

Eroarea matematică probabilă în stabilirea valorii medii normale va fi dată de relaţia:

$$\sigma\ \% = \pm\ 100 \frac{C_v}{\sqrt{30}} \qquad (5)$$

relaţie care pentru valori ale coeficientului de variaţie cuprinse între 0,25÷0,60 dă erori de $\pm 4{,}5 \div 10\%$.

Avînd în vedere consideraţiile de mai sus, s-a ajuns la concluzia că alegerea unei normale unice pe ţară reprezintă soluţia cea mai raţională.

5. Pe baza relaţiilor (1) şi (2), rezultă că eroarea ce apare în calculul potenţialului hidroenergetic este funcţie de erorile parţiale în determinarea căderilor şi a debitelor (respectiv precipitaţii). Cum abaterea datelor topometrice este în medie sub 1 %, la ridicarea profilelor longitudinale (respectiv $\pm 2 \div 3$ % la calculul altitudinilor medii), iar abaterile debitelor medii normale oscilează între $\pm 5 \div 10$ %, rezultă că ponderea cea mai mare în eroarea probabilă a potenţialului revine elementului debit. În plus, posibilităţile de a introduce erori sînt mult mai mari la prelucrările hidrometeorologice decît la cele topometrice, fapt care duce la necesitatea tratării problemelor hidrologice cu cea mai mare atenţie.

Din analiza erorilor elementelor componente rezultă că la calculul potenţialului hidroenergetic teoretic linear, eroarea medie probabilă este de $\pm 5 \div 10$ %. Pentru potenţialul de suprafaţă reprezentat prin izolinii pe hărţi, scara 1 : 100 000, mărimea erorii probabile este în funcţie de suprafaţa luată în consideraţie, pentru suprafeţe mici (sub 10 km²), ea putînd să treacă de ± 20 %. Eroarea scade însă mult atunci cînd se analizează suprafeţe mai mari.

Avînd în vedere caracteristicile specifice calculelor hidroenergetice, eroarea probabilă în lucrările de inventariere efectuate se găseşte în zona celor mai precise studii de acest gen.

BIBLIOGRAFIE

[1] Constantinescu M., Caracudovici V., Mociornita C., Stegăroiu P.: *Elemente de hidrologie în studiul resurselor hidroenergetice din R.P.R.* — Studii şi cercetări energetice, VIII (1958) nr. 3, p. 325—336.

[2] Constantinescu M., Goldstein M., Haram V., Solomon S.: *Hidrologie*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1956.

[3] Mosony E.: *Dimensionarea hidrologică a marilor lacuri de acumulare din regiunile de munte*, Budapesta, 1948.

[4] Pavel D.: *Hidroenergetica generală*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1951.

[5] Yevdevici M.V.: *Metode de studiere a potenţialului hidroenergetic* Belgrad, 1956.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Мая—итоги крупных достижений в деле социалистического строительства, стр. 181

Выполнение плана энергетическим сектором за 1958 г., стр. 182

Rădulet R.: **Из деятельности Энергетического института Академии Р.Н.Р. за период 1948-1958 гг.,** стр. 183

620.9

Nagy C., Caracudovici V.: **Экономия энергии—существенный фактор повышения темпа развития народного хозяйства.**

Отмечается значение экономикии энергии в целях повышения темпа развития всех отраслей народного хозяйства, для частичного замещения капиталовложений, необходимых развитию энергетического сектора и для снижения себестоимости, ведущих к дальнейшему подъему жизненного уровня.

Energetica **VII** (1959) № 5, стр. 185

620.9(408)

Bercovici M., Nagy C., Manea S.: **Развитие производства и потребления энергии в Р.Н.Р.**

На основе исследований проведенных в целях коррелирования производства и расхода энергии с рядом условных экономических показателей высчитан прирост производства и расхода энергии при 50 % и 100 % повышении экономического показателя.

Energetica **VII** (1959) № 5, стр. 187

620 9.001.2

Dumitrescu A., Eleftérescu M., Kovacs S.: **Экономическая эквивалентность и эффективность энерго-интенсивных процессов.**

Рассматривается возможность разработки общей научной методики сравнения различных энерго- интенсивных процессов, применение которых позволило бы выработку определенного продукта, а также эффективность соответствующих капиталовложений.

Предлагаемая методика может способствовать разрешению существенных вопросов, связанных с дальнейшим развитием нашего народного хозяйства. Благодаря общему характеру формы ее трактовки применение методики представляется возможным в любой стране.

Energetica **VII** (1959) № 5, стр. 191

536.7 :662.62

Buimovici D., *Carabogdan I., Westfried F.:* **Эксэргия твердых топлив.**

Поясняется понятие эксэргии, согласно определению предложенному в ряде предыдущих работ для категорий твердых топлив, обладающих тепловорностью до 40000 ккал/кг, в целях определения их предпочитаемой энергетической значимости.

Energetica **VII** (1959) № 5, стр. 197

621.311.12.001.2

Grecov D.: **О выборе оптимального исходного давления на мощных ТЭС с высокими параметрами.**

Излагается графо-аналитический метод определения оптимального исходного давления пара на ГЭС, причем рассматриваются все факторы, влияющие на данный параметр. Расчетный метод распространяется на последующие циклы, сохраняя неудобство громоздких расчетов, связанных с применением метода вариантов.

Energetica **VII** (1959) № 5, стр. 205

621.181.8.001.2

Antonescu N.: **Определение размера радиационных сверхнагревателей паровых котлов.**

Для расчетов, производимых при проектировании больших радиационных котлов, расчет оптимального коэффициента сверхнагрева радиацией является особо важным с технико-экономической и конструктивной точки зрения.

Применение описанного метода дает возможность выявить оптимальное решение и уточнить влияние различных параметров котла на коэффициенты экранирования.

Energetica **VII** (1959) № 5, стр. 211

621.316.726.001.2

Ionescu S., Nicolae P., Pomîrleanu M.: **Основные закономерности автоматического регулирования частоты.**

На основе общих законов автоматического регулирования частоты мощности, в статье указывается формальная эквивалентность всех разработанных до настоящего времени технических способов регулирования.

Energetica **VII** (1959) № 5, стр. 216

621.316.93 :621.316.262

Popa B.: **О защите внешних электростанций против непосредственного удара молнии.**

Рассматриваются характерные явления, связанные с атмосферными электрическими разрядами на внешних станциях, а также необходимые защитные мероприятия. На основе приводимых расчетов обсуждается целесообразность применения той или иной защитной системы.

Energetica **VII** (1959) № 5, стр. 22

611.2.09.001.24

Păun S.: **Новый метод обработки гидрологических параметов водного потока.**

Описывается оригинальный метод обработки статистических данных по колебанию водного потока в течение года, с возможностью распределения продолжительности и частоты уровней по дням, декадам или месяцам.

Статья представляет интерес для правильной эксплутации и проектирования гидротехнических работ, связанных с использованием водных потоков.

Energetica **VII** (1959) № 5, стр. 226

621.2.09.001.24

Caracudovici V., Stegăroiu P.: **Точность расчетов при определении гидроэнергетического потенциала.**

На основе изучения основных элементов расчета теоретического гидроэлектрического потенциала уточняется возможная погрешность при его определении.

Energetica **VII** (1959) № 5, стр. 230

INHALTSVERZEICHNIS

Der 1 Mai, Tag der Würdigung grosser Erfolge für den sozialistischen Aufbau. S. 181

Überblick über die Erfüllung des Plensolls 1958 in energiewirtschaftlichen Sektor. S. 182.

Rădulet R.: **10 Jahre Energiewirtschaftliches Institut der Akademie der Rumänischen Volksrepublik.** S. 183

620.9

Nagy C., Caracudovici V.: **Rationelle Energiebewirtschaftung als Mittel zur Gewährleistung schneller Entwicklung der Volkswirtschaft.**

Darstellung der Bedeutung rationeller Energiebewirtschaftung für die Gewährleistung schneller Entwicklung aller Zweige der Volkswirtschaft, durch teilweiser Deckung der für den Ausbau der Energieerzeugung erforderlichen Investitionen sowie durch Senkung der Selbskosten.

Energetica **VII** (1959) H. 5, S. 185

620.9 (498)

Bercovici M., Nagy C., Manea S.: **Entwicklung von Energieproduktion und verbrauch in Rumänien.**

Auf Grund der zur Bestimmung des Verhältnisses zwischen Energieerzeugung und verbrauch einerseits und einigen syntetischen Produktionskennziffern andererseits gemachten Studien, konnte der einer beliebigen Zunahme der industriellen Produktion entsprechende Zuwachs von Energieerzeugung und - verbrauch berechnet werden.

Energetica *VII* (1959) H. 5, S. 187

620.9.001.2

Dumitrescu A., Eleftérescu M., Kovacs St.: **Wirtschaftliche Aequivalenz und wirtschaftlichkeit von energieintensiven Produktionsprozessen.**

Beitrag zur Bestimmung eines allgemeinen Verfahrens für die Vergleichbarkeit der Energieintensivität verschiedener in Frage kommender Produktionsprozesse sowie der Wirtschaftlichkeit der entsprechenden Investitionen.

Die hier untersuchte Verfahrensweise bietet die Möglichkeit bedeutende im Zusammenhang mit der langfristigen Entwicklung der inländischen Industrie stehende Fragen zu lösen. Dank der allgemeingültigen Voraussetzungen kann das Verfahren auch auf die Verhältnisse anderer Länder angewendet werden.

Energetica **VII** (1959) H. 5, S. 191

536.7 :662.62

Buimovici D., *Carabogdan I., Westfried F.*: **Exergie fester Brennstoffe.**

Erörterung des Exergiebegriffs, entsprechend den in früheren Arbeiten ausgeführten Vorschlägen für feste Brennstoffe mit Heizkraft bis zu 4 000 kcal/kg, zwecks Bestimmung der energiewirtschaftlich erheblichen qualitativen Kategorien dieser Brennstoffe.

Energetica **VII** (1959) H. 5, S. 197

621.311.22.001.2

Grecov D.: **Betrachtungen über die Wahl des primären Dampfdrucks für Wärmekraftwerke grosser Leistung und mit hohen Dampfzuständen.**

Es wird auf Grund der Untersuchung aller in Frage kommender Faktoren ein graphisches Verfahren zur analytischen Bestimmung des optimalen primären Dampfdrucks in Wärmekraftwerken vorgeschlagen. Das Berechnungsverfahren kann auch auf weitere Zyklen angewendet werden und erübrigt den für die Berechnung mehrerer Varianten erforderlichen grossen kalkulatorischen Aufwand.

Energetica **VII** (1959) H. 5, S. 205

621.181.8.001.2

Antonescu M.: **Grössenbestimmung von Strahlungsüberhitzer in Dampfkesseln.**

Für die Konstruktionsberechnung der grossen Strahlungkessel ist die Bestimmung des optimalen Strahlungsüberhitzungsfaktors von besonderer technischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Durch die Anwendung des vorgeschlagenen Verfahrens wird die Bestimmung einer optimalen Lösung und des Einflusses der verschiedenen technischen Charakteristiken des Kessels auf den Strahlungsflächenkoeftizienten ermöglicht.

Energetica **VII** (1959) H. 5, S. 211

621.316.726.001.2

Ionescu S., Nicolae P., Pomirleanu M.: **Grundlagen der selbsttätigen Frequenzregelung.**

Auf Grund der allgemeinen Grundsätze der selbsttätigen Frequenz-und Leistungsregelung wird die formale Aequivalenz aller technischen bis jetzt angewendeten Regelungsverfahren nachgewiesen.

Energetica **VII** (1959) H. 5, S. 216

621.316.93: 621.316.262

Popa B.: **Über den Schutz von Umspannfreianlagen gegen Blitzschläge.**

Untersuchung der in Trafofreianlagen vor sich gehenden elektrischen Entladungen atmosphärischer Herkunft und der erforderlichen Schutzmassnahmen. Auf Grund von Berechnungen werden die entsprechenden Schutzschaltbilder untersucht.

Energetica **VII** (1959) H. 5, S. 220

621.2.09.001.24

Păuna S.: **Ein neues Verwertungsverfahren der Wasserwirtschaftlichen Kennziffern eines Wasserlaufs.**

Erörterung eines neuartigen Verwertungsverfahrens der während eines Jahres festgestellten Wasserstandschwankungen eines Flusslaufs. Das Verfahren bietet die Moglichkeit, der Feststellung der Dauer und Frequenz von Tages-,Dekaden- und Monatspegeln. Die Bedeutung des Verfahrens besteht unter anderem in der Möglichkeit des rationellen Betriebs und des Shutzes von wasserwirtschaftlichen Anlagen.

Enegertica **VII** (1959) H. 5, S. 226

621.2.09.001.24

Caracudovici V., Stegăroiu P.: **Genauigkeit der Wasserkraft potenzialberechnung.**

Auf Grund von Untersuchungen der Berechnungsgrundlage für das theoretische Wasserkraftpotenzial wird der darin enthaltene wahrscheinliche Fehlerkoeffizient festgestellt.

Energetica **VII** (1959) H. 5, S. 230

SOMMAIRE

Le premier mai, jour des grandes réalisations dans la construction socialiste, p. 181

Aspects de la réalisation du plan dans le secteur de l'énergie, en 1958. p. 182

Răduleț R. : **L'activité de l'Institut d'Énergie de l'Académie de la République Populaire Roumaine.** p 183

620.9

Nagy C., Caracudovici V. : **L'épargne d'énergie comme facteur du développement rapide de l'économie nationale.**

L'auteur s'ocupe de l'importance de l'épargne d'énergie pour le développement rapide de tous les secteurs de l'économie nationale, par compensation partielle des investitions nécessaires pour le développement du secteur de la production d'énergie ainsi que par la diminution des prix de revient dans l'économie nationale entière.

Energetica VII (1959) no. 5, p. 185

620.9 (498)

Bercovici M., Nagy O., Manea S. : **Développement de la production et de la consommation d'énergie en Roumanie.**

On a pu calculer l'augmentation correspondant à la production et à la consommation d'énergie, par rapport à l'augmentation de 50 % et de 100 % de l'indice économique, ayant comme point de départ les études entreprises pour établir la corrélation entre la production et la consommation d'énergie avec quelques indices économiques synthétiques.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 187

620.9.001.2

Dumitrescu A., Elefterescu M., Kovacs St., : **L'équivalence et l'éficacité économiques des procès intensifs en énergie.**

Les auteurs contribuent à l'établissement d'une méthode scientifique générale, sur la comparaison de l'intensivité en énergie de différents procès qui pourraient être adoptés en vue de la fabrication d'un produit donné, ainsi que l'éficacité des investitions se rapportant à celui-ci.

La métode analysée dans cette étude peut contribuer á résoudre d'importants problèmes liés au développement futur de notre économie nationale, et par son caractère général, elle peut être utilisée par tous les pays.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p 191

536.7 :662.62

Buimovici D., *Carabogdan I., Westfried F.* : **L'éxergie des combustibles solides.**

La conception de l'éxergie est appliquée conformément à la définition proposée dans des articles antérieurs à la catégorie de combustibles solides, ayant une puissance calorifique jusqu'à 4 000 kcal/kg, afin de définir un ordre de préférence au point de vue de l'énergié, dans la gamme des combustibles.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 197

621.311.22.001.2

Grecov D. : **Considérations sur le choix de la pressions initiale optimum dans les centrales thermo-électriques à grande puissance et à paramètres élevés.**

L'auteur expose une méthode graphique et analytique pour déterminer la pression optimum intiale de la vapeur dans les centrales thermo-elétriques, en analysant tous les facteurs qui peuvent influencer ces valeurs. La méthode de calcul s'étend aussi aux plusieurs cycles, évitant ainsi le grand volume de calcul nécéssité par la méthode des variantes,

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 205

621.181.8.001.2

Antonescu M. : **Détermination de la dimension des surchauffeurs à rayonnement dans les chaudières á vapeur.**

Pour les projets des grandes chaudières à rayonnement, le calcul du coefficient optimum de surchauffe par rayonnement este spécialement important au point de vue technique et économique, ainsi qu'au point de vue constructif.

Par l'application de la méthode présentée on peut déterminer une solution optimum et établir l'influence des différents paramètres de la chaudière sur les coefficients d'écranation.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 211

621.316.726.001.2

Ionescu S., Nicolau P., Pomîrleanu M. : **Principes du reglage automatique de la fréquence.**

L'équivalence formelle de tous les procédés techniques de réglage réalisés jusqu'à présent est présentée à base des lois générales du réglage automatique de la fréquence et de la puissance d'échange.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 216

621.316.93 : 621.316.262.

Popa D. : **La protection des stations électriques extérieures contre les décharges électriques.**

On analyse l'ensemble des phénomènes de décharges électriques atmosphériques dans les stations extérieures et les mesures de protection qu'il faut prendre ; de même on analyse à base de calculs l'opportunité de différents systèmes de protection.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 220

621.2.09.001.24

Păuna S. : **Une nouvelle méthode de mise en valeur des paramètres hydrologiques d'un cours d'eau.**

L'auteur présente une méthode originale de travail des données statistiques sur la variation des niveaux d'un cours d'eau, pendant un an, avec la possibilité de répartir la durée et la fréquence des niveaux par jours, décades ou mois. L'étude est intéréssante en vue de l'utilisation judicieuse et de la protection des travaux hydrotechniques d'utilisation d'un cours d'eau.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 226

621.2.09.001.24

Caracudovici V., Stegăroiu P. **La précision du calcul dans la détermination du potentiel hydro-énergétique.**

Par l'étude des éléments de base dans le calcul du potentiel hydroénergétique théorique, on établit l'erreur probable de la détermination.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 230

CONTENTS

The first May occasion to resume great realisations in the socialist construction, p. 181

Aspects of the realisation of the 1958 plan in the energy sector, p. 182

Rădulef R. : **The activity of the Institute for Energy of the Academy of the Roumanian People's Republic**, p. 183

620.9

Nagy, C., Caracudovici, V. : **Energy sparing as means to assure the rapid growth of the national economy.**

The paper deals with the importance of energy sparing in view of realizing the rapide growth of all national economy branches, through partial compensation of the investments needed for the energy producing branch development and through selfcosts reduction in the whole economy.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 185

620.9 (498)

Bercovici M., Nagy C., Manea S. : **Development of the power production and consumption in Roumania.**

On the basis of the studies made for establishing the correlation between power production and consumption and some synthetic economic indexes, the authors calculate the rise of power production and consumption corresponding to a 50 or 100 percent rise of the economic index.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 187

620.9.001.2

Dumitrescu A., Elefterescu M., Kovacs St: **Economic efficiency and equivalence of energy intensive processes.**

The authors establish a general scientific method on the comparison of the energy intensivity of various processes which could be adopted in vie wof manufacturing a certain product, and on the efficiency of investments related to them. The analysed method may contribute to solve important problems related to the prospective development of our national industry and by its general character, may be used everywhere.

Energetica **VII** (1959) no 5, p. 191

536.7 :662.62

Buimovici D., *Caraboqdan I., Westfried F.*: **Solid fuel power.**

The conception of energie is applied after the definition proposed in other papers, to the group of solid fuels with a heating power of 4 000 kcal/kg, in view of defining a preferential order from the energy standpoint, in the scale of these fuels.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 197

621.311.22.001.2

Grecov D : **Considerations on the selection of the optimum initial pressure in highrated thermoelectric plants with high parameters.**

The author shows a graphic and analytic method for determining the optimum initial steam pressure in thermoelectric power plants, by analysing all the factors which can influence this value. The method is also extended to the following cycles avoiding the great number of calculations necesary when using the variation method.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 205

621.181.8.001.2

Antonescu M. : **Determination of the steam boilers radiant superheaters dimensions.**

The calculation of the optimum radiation superheating coefficient is especially important from a technical, economical and structural point of view, for computing the project of big radiating boilers.

By appliyng the present method, an optimum solution can be evolved and the influence of the different boilers parameters on the screening coefficients may be established.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 211

621.316.726.001.2

Ionescu S., Nicolau P., Pomirleanu M. : **Basic principles of the automatic frequency regulation.**

On the basis of the general automatic frequency and exchange power, regulation the article shows the formal equivalency of all the technical regulation processes realised until now.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 216

621.316.93 :621.316.262.

Popa B. : **About the protection of outdoor power stations against lightning.**

The author analyses the atmospherical lightning phenomena in outdoor stations and the protective measures to be taken ; also he calculates the opportunity of some protective systems

Energetica **VII** (1959) no. 5. p 220

621.2.09.001.24

Păuna S. : **A new method of establishing the hydrologic parameters of a river.**

An original method is presented by which are studied the statistical data on the level variations of a river, during a year, with the possibility of distributing the length and the frequency of the waterlevels in years decades or months.

The author shows also the judicious operation and the protection of the hydrotechnical works related to the utilisation of the river.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 226

621.2.09.001.24

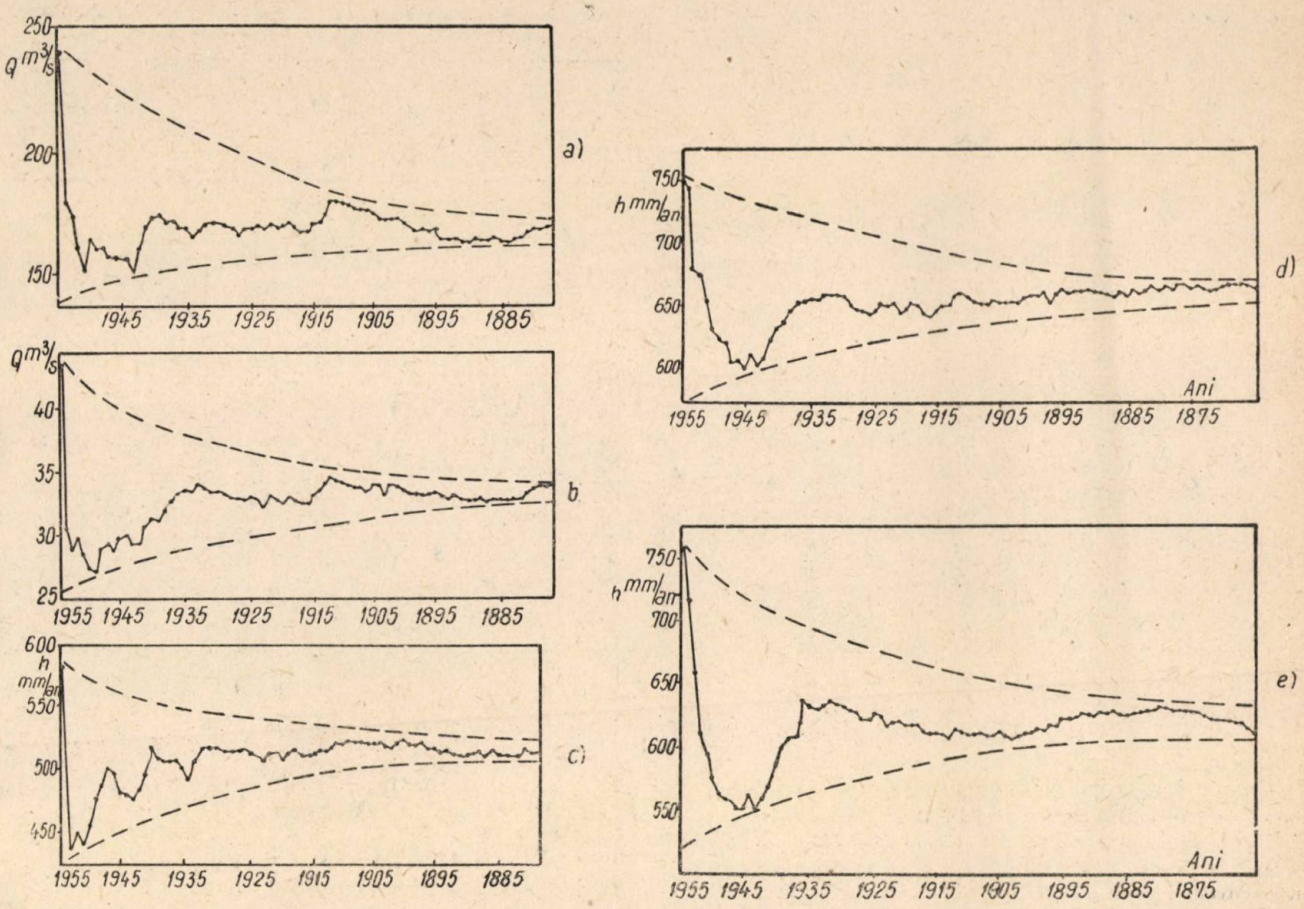
Caracudovici V., Stegăroiu P. : **Precise computation in determining the hydroelectric potential.**

By studying the basic elements of the theoretical hydroelectric potential calculation, the authors establish the probable error of determination.

Energetica **VII** (1959) no. 5, p. 230

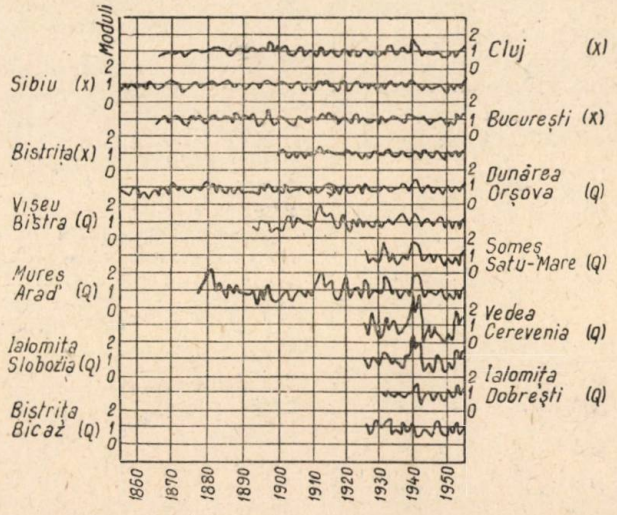
ANEXA

la articolul **„Precizia de calcul în determinarea potențialului hidroenergetic**
de ing. *V. Caracudovici* și ing. *P. Stegăroiu.*



Curbele mediilor succesive.

a — Arad-debite ; *b* — Vișeu-debite ; *c* — Iași-precipitații ; *d* — Sibiu- precipitații ; *e* — Cluj-precipitații.



Modulii precipitațiilor (*X*) și debitelor (*Q*) anuale în perioada 1855—1955.

LEI 5

E 2039

R

REFERATIVA

ENERGETICA

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
OBMEH - CSERE
VÝMĚNA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

6

Energetica — Bucureşti

Anul VII ★ iunie

1959

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. ing. I. D. STĂNCESCU, redactor responsabil, conf. ing. G. MIHĂILEANU, redactor responsabil adjunct, conf. ing. I. A. BADEA, prof ing. M. BERCOVICI, membru corespondent al Academiei R. P. R., laureat al Premiului de Stat, ing. M. COGĂLNICEANU, conf. ing. E. CONSTANTINESCU, ing. P. DIMO, laureat al Premiului de Stat, prof. ing. C. DINCULESCU, membru corespondent al Academiei R. P. R., ing. I. V. HERESCU, conf. ing. N. MOLDOVEANU, prof. ing. C. PENESCU, ing. T. POPA, ing. S. SĂNDULESCU și ing. P. VICOL

PLANUL TEMATIC AL REVISTEI „ENERGETICA" PE ANUL 1959

Colectivul de redacție al revistei a întocmit planul tematic care este expus mai jos pentru a fi un îndrumar la îndemîna celor ce doresc să colaboreze în paginile revistei.

Tematica a fost elaborată ținîndu-se seamă de directivele și concluziile expunerii făcute de tov. Gh. Gheorghiu-Dej la Plenara Comitetului Central al P.M.R. din 26–28 noiembrie 1958 și ședința Consiliului Central ASIT. Sarcinile importante care stau în fața energeticienilor din țara noastră constituie un rezervor inepuizabil de subiecte de actualitate care să merite a fi tratate în coloanele revistei. Facem deci un călduros apel la colaboratorii revistei noastre ca să participe cu aportul lor, în special ne adresăm tuturor acelora care ne pot împărtăși experiența nemijlocită a producției cît și a colaboratorilor din diversele regiuni ale țării.

Tematica revistei Energetica are de acoperit un domeniu larg care cuprinde: energetica generală, termoenergetica, electroenergetica, hidroenergetica și energetica nucleară.

Revista se compune din mai multe părți și anume:

A) ARTICOLE DE FOND ȘI EDITORIALE

În aceste articole se semnalează și comentează evenimente politice, economice sau tehnico-științifice de însemnătate deosebită; ele apar sub semnătura unor personalități de seamă sau din îngrijirea redacției.

B) ARTICOLE TEHNICO-ECONOMICE, TEHNICO-ORGANIZATORICE SAU TEHNICO-ȘTIINȚIFICE, în număr de 4–6 pentru fiecare număr al revistei, cle au caracter de originalitate sau de sinteză și se tinde ca ele să fie astfel repartizate în cuprinsul unui număr încît să acopere cît se poate de complet domeniile de specialitate ale revistei.

B_1) ARTICOLE TEHNICO-ECONOMICE ȘI TEHNICO-ORGANIZATORICE

- **Mijloacele de reducere a prețului de cost al investițiilor și a prețului de cost al energiei electrice la locul de producție și la locul de consumație.**
- **Indicii tehnico-economici în exploatarea centralelor termoelectrice.**
- **Consumul specific de energie electrică pe unitatea de produs în diferite industrii.**
- **Stabilirea normelor de calcul al prețului de cost al energiei.**
- **Căile pentru reducerea prețului de cost în proiectarea și execuția instalațiilor energetice.**
- **Planificarea și normarea muncii pe șantierele de construcție și montaj a instalațiilor energetice.**
- **Planificarea și normarea muncii în institutele de proiectare și cercetări energetice.**
- **Planificarea și normarea muncii în exploatarea instalațiilor energetice.**
- **Considerații asupra posibilităților de reducere a consumurilor serviciilor interne ale centralelor termoelectrice.**
- **Diferite metode pentru asigurarea protecției și securității muncii în energetică.**
- **Măsuri tehnico-organizatorice pentru protecția muncii în industria energetică.**
- **Protecția muncii în instalațiile termotehnice.**
- **Lupta contra prafului de cărbune în sălile de cazane.**
- **Protecția muncii în centralele atomoelectrice.**

B_2) ENERGETICA GENERALĂ

- **Sursele de energie ale țării, valoarea economică a fiecărei surse, posibilitățile tehnice de valorificare.**
- **Liniile de orientare a electricității în R.P.R. în cel de al III-lea plan cincinal.**
- **Folosirea combustibililor locali ținînd seamă de economia energetică a țării.**
- **Electrificarea agriculturii.**
- **Energetica orașului.**
- **Energetica transporturilor.**
- **Aplicarea curbelor de sarcină și îmbunătățirea factorului de putere în sistemele energetice.**
- **Folosirea energetică a gazelor naturale în R.P.R.**
- **Noi procedee pentru producerea energiei electrice-pile de combustie, semi-conductori, etc.**
- **Colaborarea energetică internațională.**

B_3) TERMOENERGETICA

- **Combustibilii din R.P.R., caracteristicile lor energetice și folosirea lor rațională.**
- **Folosirea energochimică a combustibililor din R.P.R.**
- **Folosirea combustibililor inferiori în focarele industriale.**
- **Arderea cărbunilor din R.P.R. în stare pulverizată.**
- **Probleme în legătură cu arderea economică a combustibililor în focare industriale.**
- **Focare cu evacuarea lichidă a zgurii.**
- **Aplicarea recirculării gazelor de ardere la cuptoarele industriale.**
- **Aerodinamica focarelor industriale și importanța sa în procesul de combustie.**
- **Sisteme de filtrare a gazelor de ardere rezultate din arderea cărbunelui pulverizat.**
- **Automatizarea instalațiilor termice în centrale**
- **Reglarea automată a cazanelor cu abur**
- **Reglarea automată a turbinelor de abur**
- **Probleme speciale ale cazanelor de presiuni înalte și foarte înalte.**
- **Depozite de combustibil. Metode raționale de depozitare a cărbunilor.**
- **Tendințe moderne în construcția centralelor termoelectrice**
- **Centrale de termoficare moderne**
- **Folosirea intensivă și extensivă a echipamentului din centralele electrice.**
- **Probleme de exploatare economică a centralelor termoelectrice**
- **Analize de avarii în centrale termoelectrice și măsuri pentru evitarea lor.**
- **Probleme legate de alimentarea cu apă de răcire a centralelor termoelectrice.**
- **Măsuri pentru evitarea pagubelor datorită rigorilor iernii în centrale termoelectrice.**
- **Rețele termice și schemele cele mai adecuate pentru R.P.R.**
- **Funcționarea în paralel a rețelelor termice. Automatizarea rețelelor termice.**
- **Perspectivele folosirii turbinei cu gaze în centralele termoelectrice.**

(Continuare în numărul viitor)

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R. P. R. și al Ministerului Industriei Grele. Redacția: București, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 16.78.78 – Administrația și Casieria: București, Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon: 14.06.24 – Revista este editată de A.S I.T. — Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediile filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară precum și prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicațiile Tehnice A.S.I.T. 070124 B.R.P.R. Filiala I.V. Stalin — București — Tarif pentru întreprinderi: lei 100 anual. — Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual — Prețul unui exemplar: lei 5. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică Nr. 3, București

F 2039

ENERGETICA

ANUL VII Nr. 6 IUNIE 1959

SUMAR

621.311.22 : 394.96

Sebastian I.: **Semicentenarul Centralei Grozăveşti**, p. 233

621.311.1(498).003.1

Vicol P.: **Reducerea costului lucrărilor de investiţii din sectorul energiei electrice**, p. 236

697.34(438)

Stepieni H.: **Soluţiile tehnice principale în domeniul termoficării în Polonia**

Se prezintă stadiul actual şi principalele linii de dezvoltare a termoficării urbane şi industriale din Polonia, din punctul de vedere al centralelor de termoficare şi al racordurilor la consumatori.

Energetica **VII** (1959) Nr. 6, p. 240

666.94.003.1

Vlădea I.: **Probleme privind economia de combustibil la fabricarea cimentului**

Problema economiei de combustibil este analizată pentru cazul cuptoarelor de klinker ale fabricilor de ciment. Se arată factorii care pot influenţa acest consum de combustibil şi necesitatea încercărilor experimentale pentru studiul raţional al întregului cuptor şi al injectorului de combustibil în special.

Energetica **VII** (1959) Nr. 6, p. 247

662.61

Hercz G.: **Metode noi pentru stabilirea rolului structurii granulometrice a combustibilului în procesul de ardere**

Se cercetează la un caz concret posibilităţile de îmbunătăţire a procesului de combustiune la cazane cu ardere în suspensie, prin asigurarea valorilor optime a structurii granulometrice a felului de combustibil (praf de cărbune brun inferior şi păcură).

Energetica **VII** (1959) Nr. 6, p. 250

621.311.21

Răzvan E.: **Puterea instalată limită la uzine hidroelectrice fluviale**

Se defineşte noţiunea de putere „instalată limită" şi se arată sfera de aplicaţie a acestei noţiuni. Pentru determinarea puterii instalate limită se indică metoda exactă, se dă o metodă grafo-analitică, precum şi o metodă aproximativă, care permite calcule rapide cu caracter preliminar.

Energetica **VII** (1959) Nr. 6, p. 255

PENTRU TINERELE CADRE

621.316.052.001

Pavel E.: **Asupra folosirii unităţilor relative în problemele sistemelor electrice**

Folosirea unităţilor relative în studiul diverselor probleme ale sistemelor electromagnetice a căpătat o extindere largă datorită avantajului că se pot obţine simplificări sensibile în calculul analitic, înlocuindu-se relaţiile de mărimi cu relaţii de măsuri (adimensionale). În articolul de faţă se urmăreşte sistematizarea acestor cunoştinţe, indicîndu-se şi regulile de urmărit pentru evitarea erorilor posibile.

Energetica **VII** (1959) nr. 6, p. 258

ÎN AJUTORUL EXPLOATĂRII

621.315.62.015.52.001.5

Marc D.: **Unele aspecte actuale în problema coordonării izolaţiei**

Articolul tratează pe scurt problema coordonării izolaţiei, precum şi unele probleme legate direct de ea, pe marginea materialelor C.E.I.

Energetica **VII** (1959) Nr. 6, p. 263

RECENZII, p. 267 **DOCUMENTARE**, p. 268

LUCRĂRI DE SPECIALITATE DIN PUBLICAȚIILE ROMÎNEȘTI

Gheorghiu C.: **Dispozitivul de cuplare în telecomunicațiile pe liniile de înaltă tensiune.** Telecomunicații, anul III (1959), Nr. 1 p. 14

Hăngănuț M. și Rosenberg A.: **Alimentarea arcului electric pentru cracarea gazului metan în curent alternativ.** Revista de Chimie, anul X (1959), Nr. 1, p. 23

Naum A.; **Asupra compoundării izolației statorice la turbogeneratoarele fabricate la Combinatul metalurgic Reșița.** Electrotehnica, anul VII (1959), nr. 2, p. 64

Mărășescu C.; **Normarea consumului de energie și indicii tehnico-economici în rafinăriile de petrol (II)** Petrol și Gaze, anul X (1959), Nr. 3 p. 122.

Brodeschi I.: **Spărgătorul de gheață cu propulsie atomică „Lenin".** Revista Transporturilor VI, Nr. 4 p. 147.

★

In revista **„Lupta de clasă"** Nr. 4/1959 *a apărut articolul tov. prof. ing.* **Ștefan Bălan,** *vicepreședinte al Consiliului Central ASIT, cu titlul:* **Pentru progresul tehnico-științific în economia națională.**

ENERGETICA

ANUL VII
1959
Nr. 6
IUNIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

MŰSZAKI-KÖNYVTÁR

Semicentenarul Centralei Grozăveşti

I. SEBASTIAN
Director al Întreprinderii Electrocentrale—Bucureşti.

În luna mai a acestui an s-au împlinit 50 ani de cînd s-au dat aprobările pentru începerea construcției primei centrale termoelectrice cu turbine de aburi din București, Centrala Grozăveşti.

Curentul electric, în prima lui utilizare mai răspîndită — iluminatul —, şi-a făcut apariția în capitala țării de timpuriu, aproape simultan cu introducerea în marile oraşe ale lumii. Primele lămpi electrice sînt instalate în 1883 cu ocazia unei expoziții. În 1885, la Teatrul Național se realizează o instalație electrică definitivă, iar în ultimul deceniu al veacului trecut cîteva străzi sînt iluminate prin lămpi cu arc.

Dezvoltarea consumului şi producției de energie electrică a fost însă frînată ca urmare a ciocnirii de interese dintre diferite grupuri financiare. Astfel, fosta societate cu capital francez, pentru producerea şi furnizarea gazului de iluminat, avea motive temeinice să se opună introducerii curentului electric, care i-ar fi tăiat izvorul unor profituri obținute cu utilaje ce suferiseră o puternică uzură morală.

Abia cu mult mai tîrziu, această forță nouă — mai revoluționară — cum o numea Marx, începe să se dezvolte. Bine înțeles, şi atunci într-un ritm destul de lent. În această privință se poate afirma că istoria dezvoltării electricității în Bucureşti se împleteşte profund cu istoria însăşi a Centralei Grozăveşti.

În 1908, cu ocazia expirării concesiunii iluminatului cu gaz a fostei societăți, transformată în 1906, prin fuzionare, în Societatea de Gaz şi Electricitate, intră în exploatare Centrala Diesel-Filaret.

Chiar în anul următor, adică în 1909, aşa cum arătam mai înainte, se trece la elaborarea şi începerea construcției, de către municipalitate, a Centralei Grozăveşti, prevăzută spre utilare cu două grupuri turbogeneratoare de cîte 1 000 kW alimentate cu aburi de 14 kgf/cm² şi 350 °C.

Aburul necesar era asigurat de patru cazane, acvatubulare cu camere secționale, avînd 300 m² suprafață de vaporizare şi combustiunea pe păcură.

Cît despre tensiunea de distribuție, ea era de 5 000 V, stația fiind prevăzută cu sistem de bare duble.

Acestei centrale, proiectată de ing. Dimitrie Leonida, veteran al energeticienilor din țara noastră, i se rezervaseră drept consumatori cîteva bulevarde, pompele uzinei de apă şi tramvaiele.

Intrarea în funcțiune a primelor agregate a avut loc doi ani mai tîrziu, în 1912.

După acest început, constatînd profiturile neaşteptate pe care le aducea „fabrica de curent", în 1914 se dă în exploatare încă un grup, de astă dată de 2 000 kW, sala cazanelor dezvoltîndu-se corespunzător cu încă patru unități.

Intervenind primul război mondial, dezvoltarea centralei stagnează, excepție făcînd sala cazanelor, unde lipsa de păcură impune montarea a două cazane de cîte 450 m² suprafață de vaporizare, cu combustiunea pe cărbune.

Abia în anul 1923 se pune în funcțiune al patrulea grup turbogenerator care, cu modificările necesitate de o ridicare ulterioară — în 1936 — a presiunii aburului (la 19 kgf/cm²), mai funcționează şi astăzi.

În anii ce urmează, folosindu-se de posibilitățile de extindere cu care centrala se prevăzuse de la proiectare, se instalează, pe etape, în 1926—1929 şi 1936 încă trei grupuri, trecîndu-se la presiunea de 19 kgf/cm² şi temperatura de 380 °C, primele două grupuri fiind demontate.

Evident, în această perioadă se instalează şi cazanele de presiune şi temperatură corespunzătoare, fiind înlocuite cele inițiale. Dintre aceste cazane care sînt de tip Babcock Willcox, ultimele două au camera focarului ecranată şi un reglaj intermediar de temperatură la supraîncălzitor.

Astfel, Centrala termoelectrică Grozăveşti devine cea mai puternică unitate energetică din țara noastră.

O etapă importantă o constituie realizarea interconexiunii pe înaltă tensiune, în 1930. În

acest scop, se construieşte staţia de transformare de tip interior 110/30 kV, prima tensiune foarte înaltă din ţară. Staţia era utilată cu întreruptoare cu ulei mult.

Pentru îmbunătăţirea distribuţiei în oraş se trece la crearea unei reţele de cable de 30 kV, în vederea căreia, în 1932, în centrală se pune în

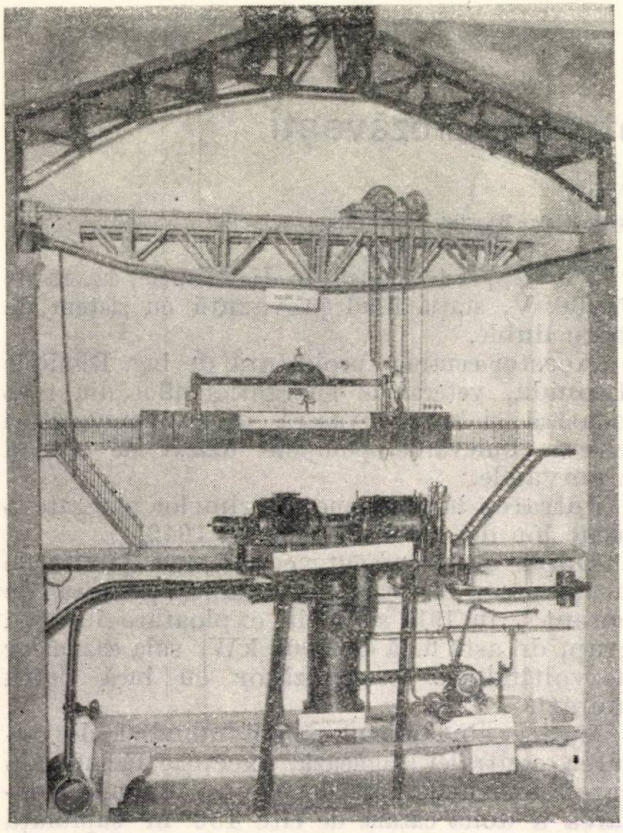


Fig. 1. Aspect al sălii maşinilor, în 1912, cu turbogeneratorul nr. 1 de 1 000 kW—14 kgf/cm²—350°C.

funcţiune o staţie de conexiuni şi distribuţie pentru această tensiune.

În acelaşi an, tabloului central de comandă aflat ca în majoritatea centralelor vechi în capătul sălii turbinelor, îi ia locul o cameră de comandă centrală, care după 23 August 1944, în primii ani de înfăptuire a planului de electrificare, a îndeplinit rolul de cameră de dispecing pentru sistemul interconectat.

În sfîrşit, între anii 1939—1942, ciclului termic de 20 kgf/cm² i se suprapune un ciclu înaintaş format din două cazane Löffler cu vaporizare indirectă şi cu circulaţie forţată de aburi, avînd 130 kgf/cm² şi 500 °C, legate bloc cu cîte un generator. Este de apreciat — în legătură cu parametrii înalţi ai ciclului — concepţia modernă a energeticienilor noştri demonstrată în alegerea pe care au făcut-o cu mai bine de 20 ani înainte. Aceasta ne arată o dată în plus că numai existenţa regimului burghezo-moşieresc a făcut ca, deşi aveam oameni dotaţi şi capabili, electrificarea ţării, şi de altfel întreaga industrie, să rămînă aşa de înapoiată în anii aceia.

Nu este lipsit de interes să arătăm că după montarea grupurilor înaintaşe ele nu puteau funcţiona simultan, datorită unor insuficienţe în circuitul termic, iar în ce priveşte avariile, ele aveau o frecvenţă deosebit de mare. Din această cauză, puterea utilizabilă nu depăşea 70% din puterea instalată.

După 23 August 1944, în faţa ţării distrusă de război se pune sarcina redresării economice.

Încă din 1945, la Conferinţa Naţională a P.C.R., pornind de la principiul leninist al electrificării ca bază tehnică a dezvoltării marii industrii moderne, se stabilesc jaloanele politicii noastre economice : dezvoltarea unităţilor energetice existente şi construirea unui număr mare de centrale termo şi hidroelectrice noi.

Cu alte cuvinte, se puneau bazele viitorului plan de electrificare a ţării.

Răsturnarea monarhiei şi cucerirea deplină a puterii politice de către clasa muncitoare, urmată de naţionalizarea principalelor mijloace de producţie au fost factorii hotărîtori care au permis punerea în aplicare a liniei partidului şi realizarea practică a planului de electrificare.

Pe întreg cuprinsul ţării s-au ridicat mari centrale electrice, ca Doiceşti, Sîngeorgiu, Paroşeni, Borzeşti, Ovidiu, Comăneşti, Moroeni, Sadu V, astăzi în funcţiune — şi marea hidrocentrală „V. I. Lenin" de la Bicaz, încă în construcţie.

Paralel cu construirea acestor obiective, muncitorii, inginerii şi tehnicienii Centralei Grozăveşti, conduşi de partid, au muncit plini de abnegaţie pentru ca maşinile existente să-şi ridice productivitatea, rentabilitatea şi siguranţa de funcţionare.

Astăzi, Centrala Grozăveşti, deşi nu mai este cea mai mare, noile unităţi energetice construite în anii cincinalelor depăşind-o ca putere instalată, deţine totuşi un loc de frunte pentru faptul că este singura centrală electrică mare din capitala ţării.

Pentru a ilustra în mod mai concret aportul colectivului nostru de muncă, în frunte cu comuniştii, la transformarea fostei centrale într-o puternică întreprindere socialistă, vom da cîteva exemple :

— prin schimbări constructive şi modificări ale schemei termo-mecanice s-a realizat pe de o parte posibilitatea funcţionării simultane a celor două grupuri înaintaşe de înaltă presiune şi pe altă parte, s-au redus considerabil avariile cu spargeri de ţevi la cazanele Löffler ;

— s-a trecut pentru prima dată în ţara noastră la efectuarea reparaţiilor de turbine cu personal propriu ;

— s-au scurtat termenele de revizie a agregatelor importante, ceea ce a redus durata de indisponibilitate şi a mărit cantitatea de energie livrată în sistem.

De altfel, faptul că faţă de primul an după naţionalizare, cu aceleaşi utilaje în funcţiune,

în anul 1958 s-a produs o cantitate dublă de energie, ilustrează în mod categoric cele expuse înainte.

În 1948 s-a montat o stație de 60 kV, care istoricește reprezintă prima interconexiune cu o țară vecină.

Tot prin munca colectivului din centrală s-au transformat radical stațiile de 5—15—30 și 110 kV, fiind reutilate cu întreruptoare noi, cu aer comprimat, corespunzători sarcinilor electrice actuale, iar fosta stație interioară de 110 kV a fost completată cu o stație de tip exterior.

Introducerea tehnicii noi în centrală s-a concretizat într-o serie de perfecționări și automatizări care au ridicat exploatarea la nivelul cerințelor unui sistem energetic dezvoltat. În acest sens remarcăm :

— introducerea excitării forțate a generatoarelor ;

— descărcarea automată a sarcinii ;

— reanclanșarea automată rapidă a liniilor de 110, 60 și 15 kV ;

— anclanșarea automată a rezervei ;

— adaptarea dispozitivelor de deplasare axială la turbogeneratoare ;

— montarea tablourilor centralizate de aparate ;

— protecția diferențială la transformatoarele de 110/30 kV.

Toate aceste elemente noi introduse în centrală au avut un efect favorabil asupra siguranței de funcționare și reducerii simțitoare a avariilor grave, cu distrugeri de utilaj și indisponibilități prelungite.

În ce privește al doilea indice de calitate al activității de exploatare, respectiv consumul specific și propriu, s-au reușit și în această direcție o serie de performanțe satisfăcătoare. Cu titlu de curiozitate vom menționa că prima cifră de consum specific pe care o întîlnim în Grozăvești pornește de la o valoare de circa 2 kg c.c. /kWh, iar pe măsura perfecționării instalațiilor ea a scăzut continuu, ajungînd la consumul de 1 kg c.c./kWh și apoi 0,7 kg c.c./kWh și 0,6 kg c.c./kWh.

O atenție deosebită s-a acordat în ultimii ani acestui indice, în lumina directivelor P.M.R. pentru scăderea continuă a prețului de cost. În afară de creșterea nivelului de conducere a exploatării pentru realizarea unor consumuri specifice minime s-au executat o serie de lucrări de îmbunătățire în instalații. Astfel, la turbinele de condensație s-au montat preîncălzitori regenerativi de condensat, s-au mărit economizoarele cazanelor de 20 kgf/cm², s-a realizat posibilitatea funcționării simultane a turbinelor înaintașe cu un singur cazan Löffler în funcțiune, sau a funcționării unui cazan Löffler cu turbina celuilalt bloc, iar în anul 1958 s-au pornit pentru prima dată în compensator sincron generatoarele turbinelor aflate în reparație.

Ca urmare a acestui complex de măsuri tehnico-organizatorice, în anul 1958 s-a obținut un consum specific de 0,504 c.c./kWh.

La aniversarea semicentenarului Centralei

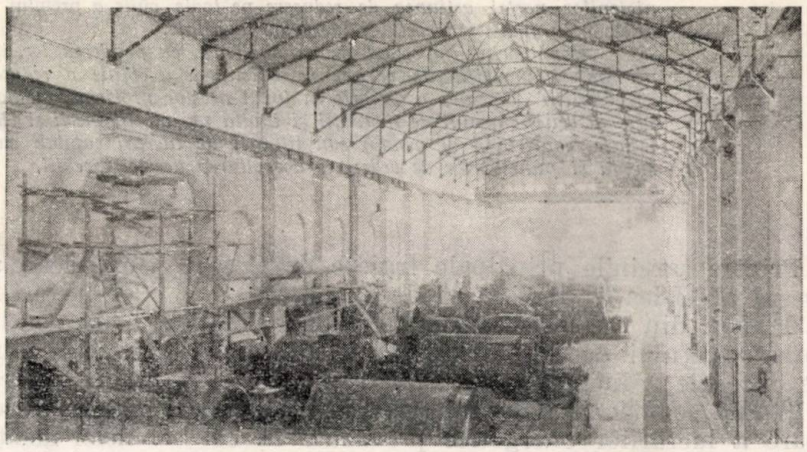


Fig. 2. Sala mașinilor în 1959, în extindere cu un nou turbogenerator.

Grozăvești, partidul și guvernul au făcut un dar neprețuit colectivului ei de muncă. Peste puțin timp va intra în funcțiune un nou grup, cel mai puternic, livrat de Republica Cehoslovacă, și care el singur va mări puterea centralei cu peste 30%.

Cu ocazia acestui grup se va introduce în București, pentru prima dată, termoficarea urbană și industrială. De altfel, pentru a pregăti exploatarea acestor instalații, încă din anul 1958 a intrat în funcțiune o instalație experimentală de termoficare care a dat rezultate satisfăcătoare și a permis totodată să se tragă unele concluzii tehnice și să se capete experiența necesară extinderii de viitor a termoficării.

Cu aceasta nu s-a pus însă punct perspectivelor de dezvoltare a centralei noastre, astăzi fiind în studiu posibilitățile de extindere în continuare, cu încă un grup și mai mare și, ulterior, chiar cu o reprofilare totală.

Ar fi de reliefat, în încheiere, un ultim aspect. Fiind o instalație complexă, ridicînd o mare varietate de probleme, utilată cu agregate cu parametri moderni, Centrala Grozăvești a jucat un rol important în creșterea a numeroase cadre, care au pus în funcțiune și conduc astăzi marile centrale ridicate în anii planului de electrificare.

În ce privește actualul ei colectiv de muncă, învățînd din experiența pozitivă a înaintașilor, folosind condițiile deosebite create de puterea populară, se preocupă de modernizarea vechilor instalații, de introducerea automatizărilor, de obținerea unor indici tehnico-economici de consum optimi și de realizarea unei depli siguranțe în exploatare.

Reducerea costului lucrărilor de investiţii din sectorul energiei electrice

Ing. P. VICOL

Directivele Plenarei C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie 1958, precum şi hotărîrile rezultate din şedinţa lărgită a Consiliului Central al ASIT din 30 ianuarie 1959 au arătat rolul precumpănitor pe care trebuie să-l aibă între preocupările de bază ale inginerilor şi tehnicienilor noştri acţiunea de reducere pe toate căile a preţului de cost al produselor şi între altele prin reducerea costului lucrărilor capitale.

Considerînd importanţa pe care o joacă, cu ponderea lor, investiţiile din sectorul energetic, precum şi posibilităţile variate ce există de a obţine o reducere a acestora, redacţia revistei „Energetica" deschide o discuţie în jurul acestor probleme, publicînd un prim articol, privit prin prisma beneficiarului de investiţii şi invită pe toţi inginerii şi tehnicienii din sectoarele de proiectare, construcţii şi montaj sau titulari de lucrări capitale energetice să contribuie cu experienţa şi punctul lor de vedere la dezvoltarea acestei discuţii.

Printre sarcinile principale trasate de Congresul al II-lea al P.M.R. şi de Plenara C.C. al P.M.R. din noiembrie 1958, figurează reducerea preţului de cost şi scurtarea timpului de execuţie a lucrărilor de investiţii.

Ţinînd seamă de volumul şi de importanţa mare a lucrărilor energetice prevăzute în cel de-al II-lea cincinal pentru alimentarea cu energie electrică şi termică a noilor combinate industriale, precum şi pentru acoperirea consumului sporit de energie electrică al reţelelor electrice în continuă dezvoltare, muncitorii, tehnicienii şi inginerii din sectorul energetic trebuie să acorde acestor probleme o deosebită atenţie.

Reducerea preţului de cost al lucrărilor noi energetice va da posibilitatea ca din fondurile puse la dispoziţie pentru lucrările de investiţii să se realizeze un volum mai mare de lucrări, iar mişcarea cotelor de amortisment, ca urmare a reducerii costului lucrărilor noi, va permite scăderea preţului de cost şi de vînzare al energiei electrice, ceea ce va avea o influenţă favorabilă asupra ieftinirii tuturor produselor industriale la realizarea cărora energia electrică joacă un rol însemnat.

Scurtarea timpului de execuţie a lucrărilor energetice şi darea lor în exploatare înainte de termen vor aduce nu numai utilizarea mai devreme a producţiei noilor instalaţii, ci şi îmbunătăţirea condiţiilor de producere şi de livrare a energiei electrice pentru regiunile rămase în urmă din punct de vedere energetic, contribuind prin aceasta la valorificarea resurselor locale ale acestor regiuni.

Acţiunea de reducere a preţului de cost al lucrărilor energetice trebuie să se desfăşoare în toate compartimentele răspunzătoare pentru realizarea investiţiilor şi la toate nivelele.

Experienţa primului cincinal şi cu deosebire aceea din ultimii doi ani a arătat că şi în domeniul investiţiilor există numeroase „rezerve interne" care pot fi mobilizate pentru scăderea preţului de cost al lucrărilor atît de organele centrale, cît şi de către cele exterioare : proiectanţi, executanţi şi titulari de lucrări noi.

În spaţiul limitat disponibil se vor trece în revistă numai cîteva din mijloacele principale care pot conduce la investiţii economice şi la reducerea costurilor ; fiecare din lucrătorii organelor menţionate pot găsi în sfera lor de activitate resurse mari şi mici, care unite într-un efort comun pot contribui în mare măsură la realizarea de economii.

Rolul conducător pentru reducerea preţului de cost al lucrărilor noi şi pentru realizarea de investiţii economice îl au în primul rînd organele centrale, care trebuie să stabilească liniile cele mai juste şi climatul cel mai favorabil pentru realizarea lucrărilor noi.

Trebuie spus că unele greutăţi care au influenţat negativ asupra desfăşurării optime a lucrărilor şi care au condus la scumpirea lor au survenit tocmai din impunerea unor ritmuri de execuţie anormale şi din cauza lipsei de experienţă în coordonarea şi dirijarea acestor lucrări.

Astfel :

— Au fost începute unele lucrări fără a avea studiile şi proiectele terminate, ceea ce a provocat stagnări sau modificări în plină execuţie.

— S-au acordat termene prea scurte pentru proiectare şi execuţie, rezultînd astfel proiecte insuficient studiate şi neeconomice, iar execuţia s-a scumpit din cauza măsurilor excepţionale care au trebuit luate. Din contră, la alte lucrări, nu s-a dat posibilitatea folosirii întregii capacităţi de lucru a şantierelor, ceea ce a ridicat costul lucrărilor. De asemenea, la unele staţii de transformare, s-au acordat fonduri insuficiente, ceea ce nu a permis executarea în lanţ a lucrărilor.

— Sub impulsul nevoilor s-a cerut executarea unor construcţii de linii în condiţii de teren excepţionale şi în anotimpurile cele mai defavorabile lucrului de exterior, fapt care a scăzut mult randamentul şi calitatea execuţiei.

— S-au impus prin prescripții, prin sarcini de proiectare sau prin avize unele scheme, detalii sau condiții care au ridicat în mod inutil costul lucrărilor, cum pot fi amintite schemele complicate ale unor centrale și stații, coeficienții de siguranță prea mari, construcțiile auxiliare larg dimensionate etc.

— S-au aplicat în mod exagerat unele directive, cum au fost cele privind folosirea prefabricatelor, care în unele situații au dus la scumpirea lucrărilor în loc de ieftinirea lor etc.

Experiența acumulată pînă în prezent va permite să se ia măsuri pentru evitarea situațiilor anormale în desfășurarea lucrărilor de proiectare și de execuție, astfel ca cel puțin din acest punct de vedere să nu existe impedimente cu privire la acțiunea de reducere a prețului de cost.

Pentru dezvoltarea armonioasă a lucrărilor de centrale și îndeosebi a celor de linii și stații electrice un rol hotărîtor îl au studiile și planurile de perspectivă. Cu cît pot fi mai bine întrevăzute și definite necesitățile viitoare de energie, cu atît conceperea și proiectarea lucrărilor energetice pot fi mai precise și mai economice.

Găsirea celor mai juste și economice soluții a fost îngreunată la multe lucrări de lipsa unor planuri concrete de dezvoltare energetică și necunoașterea precisă a cerințelor de energie. Astfel, unele lucrări de linii și stații care s-au realizat numai pe baza nevoilor momentane și locale de energie azi se încadrează cu greu în sistemele energetice regionale sau în sistemul național, chemat să răspundă unor cerințe și sarcini mult sporite.

Apare necesitatea ca la conceperea și judecarea aspectului economic al lucrărilor noi să se țină seama în primul rînd de perspectivele de dezvoltare și de încadrare în sistemul energetic regional și național.

Avantajele funcționării prin interconexiuni multiple fiind evidente, este cazul ca cel puțin sistemul național de 110 kV să fie cît mai grabnic conturat și să se treacă la realizarea lui pentru a se obține toate avantajele cu privire la mărirea siguranței de funcționare, îmbunătățirea condițiilor de livrare a energiei electrice, satisfacerea cererilor noi de energie, ușurarea exploatării etc.

La studierea problemelor de perspectivă trebuie antrenate în mai mare măsură întreprinderile regionale de electricitate care, avînd definite liniile principale ale sistemului național, vor putea studia și dezvolta pe plan local toate rețelele de transport și distribuție de medie și joasă tensiune.

Realizarea unor lucrări economice nu poate fi azi concepută fără introducerea tehnicii noi, atît în ceea ce privește caracteristicile lucrărilor propriu-zise, cît și ale metodelor de execuție.

Introducerea pe scară mai mare a tehnicii noi în sectorul energetic trebuie concretizată prin alegerea soluțiilor și echipamentelor celor mai potrivite specificului țării și instalațiilor noastre, mărirea exigenței cu privire la calitatea și performanțele echipamentelor energetice importate (în paralel cu verificarea prețurilor) și mărirea eforturilor pentru fabricarea în țară a tuturor echipamentelor necesare stațiilor de transformare și parțial a echipamentelor necesare centralelor termoelectrice și în special celor hidroelectrice, pentru reducerea pe această cale a importului minim necesar.

În legătură cu unele echipamente fabricate pentru prima dată în țară, cum sînt compensatoarele sincrone, întreruptoarele de 110 kV, transformatoarele de putere mare etc., se cere îmbunătățirea calității acestora pentru a se evita greutățile și cheltuielile nejustificate care survin uneori la punerea în funcțiune a lucrărilor respective, precum și o continuă preocupare pentru reducerea prețului acestor echipamente.

Tot în legătură cu problema echipamentelor necesare stațiilor și posturilor de transformare trebuie menționate greutățile care se întîmpină din cauza lipsei unor aparataje cum sînt: descărcătoarele tubulare și cu rezistență variabilă, aparataj de interior pentru 35 kV, separatoare de sarcină, siguranțe cu mare putere de rupere, autotransformatoare, transformatoare monofazice pentru electrificări rurale, condensatoare statice etc.

Lipsa multora dintre aceste aparataje împiedică simplificarea instalațiilor și realizarea unor lucrări de concepție nouă și mai economice.

La ieftinirea lucrărilor energetice, un mare rol îl joacă proiectarea, care poartă răspunderea atît în privința concepției și soluțiilor alese, cît și a metodelor de execuție și a devizului care fixează costul lucrărilor.

Față de concepțiile care au stat pînă în prezent la baza proiectării centralelor, stațiilor, posturilor de transformare și liniilor electrice, există mari posibilități de simplificare și de ieftinire a lucrărilor.

Studierea în paralel a mai multor variante și alegerea celei mai bune, aprofundarea studiilor și tipizarea elementelor de bază, adaptarea cît mai bine la teren și la situația locală a fiecărei lucrări, studierea cu atenție a detaliilor și alte acțiuni similare au permis pînă în prezent un progres și o îmbunătățire continuă a indicilor tehnico-economici. Astfel, indicele de folosire a terenului la stațiile de transformare a fost ridicat de la 30% la circa 60%, iar spațiul ocupat de o celulă a fost redus de la 184 m³/celulă la circa 140 m³/celulă; la liniile electrice aeriene de 110 kV cu stîlpi de metal s-a redus consumul de laminate pe km de la 25 t/km la 14 t/km pentru

liniile cu dublu circuit şi de la 14 t/km la 10 t/km pentru liniile cu simplu circuit, iar la liniile pe stîlpi de beton armat cantitatea de beton şi de fier pentru stîlpi s-a redus de la 19 m³/km la 10 m³/km, respectiv de la 8,5 t/km la 7 t/km.

Cu toate progresele făcute există încă posibilităţi pentru îmbunătăţirea substanţială a proiectării prin luarea în considerare a unor idei noi, unele îndrăzneţe, dintre care trebuie să amintim cîteva:

La centralele electrice se preconizează:

— Micşorarea şi simplificarea clădirilor prin adoptarea construcţiilor sprijinite pe scheletul de rezistenţă al cazanelor sau chiar prin montarea agregatelor în aer liber, folosirea macaralelor portal etc.

— Adoptarea schemelor bloc cazan-turbină-generator-transformator, paralelul urmînd să fie făcut pe partea de înaltă tensiune.

— Introducerea automatizărilor complete atît la centralele termo, cît şi la cele hidroelectrice.

— Simplificarea schemelor prin renunţarea la bare duble pentru abur şi apa de alimentare a cazanelor şi acolo unde este posibil chiar la partea electrică.

— Renunţarea la echipamente auxiliare de rezervă.

— Reducerea şi simplificarea construcţiilor auxiliare prin micşorarea spaţiilor folosite incomplet, comasarea clădirilor, ca de exemplu atelierul mecanic cu magazia de materiale şi pichetul de incendiu cu garajul auto etc.

— Folosirea turnurilor de răcire cu tiraj forţat şi a bazinelor de stropire utilizate ca decantoare.

— Unificarea reţelelor de apă potabilă şi incendiu.

La staţiile de transformare se preconizează:

— Folosirea pe scară largă a schemelor cu staţii în derivaţie din liniile de 6—35 kV.

— Simplificarea schemei şi reducerea numărului de aparate prin folosirea sistemelor de bare simple şi secţionate, scheme bloc transformator-linie etc.

— Renunţarea la transformatoare de rezervă în staţii, pentru puteri pînă la 5, 6 MVA inclusiv.

— Adaptarea de scheme şi dispoziţii speciale economice, de exemplu cu reactorii montaţi pe transformatoare sau cu două plecări comasate pe un singur reactor (schema bare-reactoare-2 plecări) etc.

— Simplificarea protecţiei prin renunţarea la protecţia diferenţială a transformatoarelor pînă la 5, 6 MVA inclusiv, dîndu-se mai multă prioritate protecţiilor simple (de exemplu protecţia prin releul de gaze).

— Reducerea lungimii circuitelor secundare şi trecerea la dispoziţii cu aparatele de măsură şi control lîngă celule, permiţînd astfel eliminarea camerei de comandă.

— Folosirea pe scară mai largă a celulelor prefabricate şi a elementelor prefabricate: pereţi despărţitori, tablouri etc. la confecţia cărora trebuie să se studieze şi folosirea materialelor noi, cum sînt plăcile aglomerate de lemn.

— Înlocuirea tîmplăriei grele metalice cu tîmplărie din plăci prefabricate de lemn sau prin pereţi despărţitori din cărămidă uşoară acolo unde circulaţia este extrem de rară.

— Renunţarea la instalaţiile de decuvare la staţiile cu un transformator.

— Renunţarea la canalizări şi groapă de ulei sub transformator.

La posturile de transformare se preconizează:

— Renunţarea la încăperea tabloului de joasă tensiune şi instalarea acestuia într-o firidă cu acces din exterior. Această dispoziţie reduce costul lucrărilor de construcţii cu 25—40%.

— Folosirea pe scară largă la electrificările rurale a posturilor de transformare monofazate aşezate direct pe stîlpii de înaltă tensiune.

— Folosirea posturilor mobile sau semimobile pentru necesităţile sezoniere sau pentru instalaţiile provizorii.

— Tipizarea pe scară mare a posturilor pentru producţia în serie mare a elementelor.

La liniile electrice se preconizează:

— Introducerea stîlpilor ancoraţi pentru liniile de 110 kV cu tendinţa de mărire a deschiderilor şi de reducere a numărului de stîlpi speciali.

— Folosirea pe scară mai largă a fundaţiilor prefabricate.

— Renunţarea la conductoare de protecţie în regiunile cu indici keraunici coboriţi.

— Trecerea la tensiuni superioare prin folosire de autotransformatoare în cazul situaţiilor speciale (linii lungi cu creştere mare de consum).

— Compensarea în serie şi derivaţie a liniilor de medie tensiune.

— Folosirea distribuţiei monofazice în mediul rural.

— Studierea în continuare de tipuri noi de stîlpi de metal şi de beton centrifugat şi vibrat, inclusiv a stîlpilor cu armături pretensionate.

Desigur că la adoptarea acestor idei noi trebuie să se ţină seama pe lîngă reducerea costului lucrărilor şi de cheltuielile de exploatare, de micşorarea siguranţei de funcţionare şi de problemele de exploatare. Un ajutor mare pentru aprecierea eficacităţii ideilor noi îl constituie experienţele de exploatare din alte ţări şi statistica avariilor la noi în ţară.

Multe din simplificările prevăzute sînt legate de asemenea de dezvoltarea şi interconectarea sistemelor energetice, precum şi de gradul de siguranţă cerut de consumatori.

Problema stabilirii costurilor juste ale lucrărilor şi găsirea metodelor de execuţie celor mai economice întîmpină încă rezistenţă din partea

executanților. Din cauza faptului că aprecierea realizărilor se face pe baza valorii, există tendința de a se umfla prețurile sau de a se recurge la metode de execuție scumpe și comode.

Pentru combaterea tendințelor negative un rol important revine proiectanților și titularilor de lucrări, care trebuie să acorde atenție bazelor și analizelor de prețuri.

Decontarea exactă a lucrărilor și combaterea risipei de manoperă, materiale și utilaje se pot face prin folosirea în mai largă măsură a sitemelor de plată pe unitatea de produs, prețurile unitare trebuind să fie stabilite în baza unor minuțioase analize. De exemplu în locul plății separate a utilajelor pe oră de funcționare sau a energiei electrice, costul folosirii acestora să fie inclus în analiza de preț a produsului, pe baza indicilor tehnico-economici optimi de folosire.

Trebuie observat că în general tehnicienii și inginerii proiectanți sau ai întreprinderilor titulare de lucrări nu manifestă un interes deosebit pentru problemele economice și de cost ale lucrărilor.

Pe lîngă aceste aspecte negative, trebuie recunoscut totuși că există, în special din partea executanților, inițiative lăudabile pentru reducerea prețului de cost al lucrărilor energetice prin inovații și raționalizări în execuție, reducerea și simplificarea lucrărilor de organizare de șantier, introducerea mecanizării cu randament mare, planificarea corectă a desfășurării lucrărilor, buna organizare a locului de producție etc. În acest sens poate fi amintită acțiunea pentru scăderea dozajului la betoanele barajului hidrocentralei „V. I. Lenin" și sudarea cap la cap a fierului utilizat la armarea inelului interior al tunelului de aducțiune în loc de petrecerea lui, măsuri care au adus economii de zeci de milioane lei. La lucrările de linii, cazarea muncitorilor în corturi la locul de producție a economisit multe ore de lucru pierdute prin transport. La fel pot fi amintite folosirea cofrajelor metalice la turnurile de răcire, schelele demontabile, pompele de beton și de mortar etc.

Pentru ca economiile realizate să poată fi integral folosite, ele trebuie să ducă nu numai la reducerea costurilor de execuție și la crearea de beneficii pentru executanți, ci și la scăderea costului lucrărilor noi, pentru ca avantajele respective să se reverse asupra tuturor, așa cum s-a arătat la începutul articolului.

Scăderea prețului de cost la executanți poate fi influențată și de comportarea titularilor prin grija pe care trebuie să o aibă pentru finanțarea și predarea la timp a documentațiilor, aprovizionarea echipamentelor din import și țară, obținerea avizelor din partea organelor legale, rezolvarea problemelor care apar pe șantier și care cad în sarcina titularilor etc.

Trebuie făcută o mențiune cu totul specială în privința calității lucrărilor și a finisării lor. S-a dovedit că multe cheltuieli neproductive ale executanților sînt create din cauza refacerii lucrărilor prost executate sau a revenirii lor pentru finisarea lucrărilor după ce acestea au fost date în folosință. Poate fi citat cazul unor linii electrice care au fost parcurse de multe ori pentru refaceri și completări, operații care s-ar fi putut evita sau în cel mai rău caz ar trebui făcute într-o singură campanie de lucru.

Ei pot interveni nu numai la alegerea soluțiilor, la controlul proiectării, a devizurilor și execuției, ci și direct în activitatea de realizare a lucrărilor prin planificarea corectă a fondurilor și a ordinii de execuție a obiectelor.

Astfel, este de dorit să se execute mai întîi căile ferate și drumurile de acces, pentru ușurarea și ieftinirea transporturilor de șantier. De asemenea, folosindu-se o organizare simplă de șantier, trebuie executate în primă urgență construcțiile auxiliare : atelier mecanic, garaj, magazie, locuințe, pentru a putea fi folosite în stare nefinisată pentru nevoile șantierului.

Sezisarea din timp a nevoilor energetice, pregătirea proiectelor și a execuției lucrărilor evită execuții în pripă și nevoia de instalații provizorii.

Trebuie să se dea posibilitatea executanților să folosească la maxim capacitatea mijloacelor de lucru de pe șantier și să organizeze producția cu ritm optim. Grăbirea sau încetinirea lucrărilor creează totdeauna cheltuieli suplimentare.

În fine, nu trebuie uitat rolul titularilor în ceea ce privește recepția, încheierea și lichidarea lucrărilor. Sezisarea din timp a deficiențelor și a problemelor nerezolvate scurtează timpul de execuție și permite darea în exploatare a lucrărilor în mai bune condiții, evitîndu-se pierderi prin întîrzieri nejustificate.

Titularul are datoria să valorifice lucrările de organizare de șantier prin recuperarea materialelor provenite din demontare și de asemenea trebuie să gospodărească cu chibzuință echipamentele și materialele rămase după terminarea lucrărilor, acestea putînd fi folosite pentru alte lucrări de investiții sau pentru lucrările de producție și reparații capitale.

În încheiere, trebuie făcut un apel către toți muncitorii, tehnicienii și inginerii din sectorul energetic, pentru ca problemele economicității, calității și realizării la timp a lucrărilor de investiții să nu fie obiectul unor preocupări de campanie, ci să intre în obișnuința felului nostru normal de a gîndi și de a acționa, contribuind în acest fel la realizarea sarcinilor dezvoltării planului de electrificare a țării, pe linia directivelor celui de-al II-lea Congres al Partidului Muncitoresc Romîn și a Plenarei C.C. al P.M.R. din noiembrie 1958.

Soluţiile tehnice principale în domeniul termoficării în Polonia

Ing. *HENRIK STEPIENI* — R. P. Polonă

1. Direcţiile de dezvoltare a termoficării în Polonia

Lucrările de termoficare urbană au început în Polonia în anul 1950. În prezent funcţionează cîteva centrale de termoficare, iar un număr de peste zece centrale se află în construcţie sau în pregătire pentru începerea construcţiei. Proiectarea şi coordonarea lucrărilor de termoficare se fac de institutul „Energoprojekt".

În tabela 1 sînt date, conform planului pe anul 1965, caracteristicile centralelor de termoficare urbană mai importante din Polonia. Aceste centrale funcţionează sau vor fi puse în funcţiune pînă în anul 1961.

Termoficarea a fost introdusă în primul rînd în oraşele reconstruite sau nou construite (de exemplu : Varşovia, Wroclaw, Gdansk, Tychy), în care există condiţiile corespunzătoare pentru realizarea termoficării. Ca surse de căldură servesc în primul rînd centralele de condensaţie existente, iar în cazul cînd debitul lor nu este suficient, se construiesc centrale de termoficare noi.

Centralele de termoficare urbană acoperă cererile de căldură pentru încălzit, ventilaţie şi apă caldă, precum şi pentru scopurile tehnologice ale întreprinderilor industriale situate în apropiere. Nevoile de apă caldă sînt satisfăcute numai pentru construcţiile noi şi pentru cele existente, care nu au nici un fel de instalaţii. Construcţiile vechi care au instalaţii cu gaze sînt lăsate nemodificate, din cauza marilor cheltuieli şi dificultăţi legate de realizarea de instalaţii noi.

Pentru consumatorii urbani se folosesc de regulă reţele termice cu apă. Reţelele cu abur sînt folosite numai pentru scopuri tehnologice cînd nu poate fi folosită apa ca agent termic.

Pe lîngă introducerea termoficării în oraşe cu o mare densitate a construcţiilor, se construiesc centrale de termoficare şi pentru construcţiile industriale din Lodz şi Bielsko-Biala. În aceste oraşe există multe întreprinderi industriale vechi (aproximativ cîte 100), care au nevoie de abur pentru procese tehnologice şi pentru încălzit. Fiecare întreprindere industrială produce aburul necesar în săli de cazane proprii. În majoritatea cazurilor, acestea sînt vechi, necesitînd înlocuirea cazanelor, precum şi o reconstrucţie totală. Aceste considerente, pe lîngă marea rentabilitate a investiţiilor pentru centrale de termoficare, au constituit factorul decisiv în favoarea termoficării.

Centralele de termoficare din Lodz şi Bielsko vor alimenta întreprinderile industriale cu abur printr-o reţea de abur. Alegerea aburului ca agent termic s-a impus prin faptul că majoritatea consumatorilor are nevoie de abur pentru procese tehnologice şi are instalaţii de abur pentru încălzire. Condensatul nu va fi înapoiat centralei, deoarece s-a dovedit că aceasta nu este justificat din punct de vedere economic.

În afară de oraşe mari, termoficarea se introduce şi în aşezările noi, precum şi în oraşe mai mici, înfiinţate pe lîngă întreprinderile industriale mari sau în apropierea centralelor electrice cu condensaţie.

De cele mai multe ori asemenea construcţii utilizează ca sursă de căldură centralele de termoficare industriale destinate în special alimentării cu energie termică şi electrică a industriei respective. Căldura cedată construcţiilor urbane reprezintă numai o cotă neînsemnată din debitul total al acestor centrale.

Termoficarea se va extinde în special la construcţiile noi şi vechi care au instalaţii interioare de încălzire cu apă. Construcţiile vechi, încălzite cu sobe, vor fi racordate numai în mică proporţie la reţelele termice.

2. Sursele de căldură

După principiul de funcţionare şi indicii tehnico-economici, sursele principale de căldură pot fi împărţite în trei grupe de bază :

1) Centralele transformate din centrale electrice vechi, cu condensaţie, care se vor denumi în cele ce urmează centrale de termoficare vechi.

2) Centralele construite după anul 1950, care se vor denumi centrale de termoficare noi.

3) Săli de căldări raionale.

Transformarea centralelor vechi în centrale de termoficare se face în mai multe feluri, în funcţie de echipamentul existent. O metodă destul de des folosită constă în înrăutăţirea vidului în condensatorul uneia dintre turbinele cu condensaţie existente, pînă la presiunea 0,7—0,9 ata.

În cazul cînd înrăutăţirea vidului este imposibilă sau nu este rentabilă, se aplică preîncălzirea în două trepte.

În prima, apa de reţea este preîncălzită cu aburul dintr-o turbină cu contrapresiune, iar în a doua treaptă, cu abur viu.

Numai în două cazuri au fost instalate pentru prima treaptă de preîncălzire turbine noi de condensaţie şi priză de 12 MW.

Hotărîrea soartei centralelor de condensaţie vechi se ia în Polonia pe baza unei temeinice analize economice, cercetîndu-se condiţiile locale

Tabela 1

Caracteristica principalelor centrale de termoficare urbană în Polonia, în anul 1965

Nr. crt.	Denumirea orașului	Felul centralei de termoficare	Felul și numărul turbinelor de termoficare	Parametrii inițiali ai aburului		Debitul maxim de căldură		Parametrii agentului termic din rețea		Puterea electrică produsă combinat	Perspective de dezvoltare până în anul 1970
						Încălzit	Scopurile tehnologice	Încălzit	Scopuri tehnologice		
				ata	°C	Apă kcal/h	Abur t/h	Apă °C	Abur și apă ata	MW	
1	Varșovia	CET veche Powisle	1×TC ;2×TV	13	380	180	—	150/70	—	20	
		CET nouă Zeran	8×TKP	90	500	630	150	150/70	8	200	
		CET nouă Siokiorki	5×TKP ;1×TK	90	500	450	10	150/70	16	125	Continuarea extinderii
2	Lodz	CET veche	1×TV ;1×TC	34	420	130	35	150/70	8	15	Punerea în funcțiune a CET III extinderea centralei electrice vechi
		CET nouă	2×TC ;3×TKP	90	500	130	350	150/70	8	130	
3	Bielsko	Nouă	1×TC ;2×TKP	90	500	—	320	150/70	8	60	
4	Wroclaw	Veche	1×TC ;2×TKP	36	430	130	—	150/70	—	18	Construcția centralei electrice noi
5	Tychy	Nouă	1×TC	90	500	240	14	150/70	10	50	
6	Nowa Huta	Nouă industrială	1×TC ;1×TKP	90	500	180	—	170/80	—	50	
7	Stalowa Wola	Veche	1×TC	36	435	95	—	150/70	—	10	
8	Bialystok	Veche	1×TC	24	400	45	26	150/70	9	6,5	O nouă extindere
9	Elbeag	Veche	1×TKP	36	430	95	—	150/70	—	12	O nouă extindere
10	Rzeszow	Nouă industrială	1×TKP	36	430	35	—	150/70	—	6	
11	Bydgoszcz	Veche	1×TV ;1×TC	23	400	47	23	150/170	150/100	10	O nouă extindere
12	Sosnowiec	Veche	2×TKP	36	435	—	60	—	10	3,5	
		Nouă	1×TC	60	425	—	40	—	8	3,5	
13	Gdynia	Veche	1×TKP	36	410	65	—	150/70	—	12	
14	Gdansk	Veche	2×TKP ;1×TC	36	475	40	20	150/70	11	12	
15	Krakovia	Veche	1×TKP	28	400	45	—	150/70	280°C	3	Construcția centralei electrice noi
16	Cieszyn	Veche	1×TV	23	360	18	4	150/70	150/100	3,6	
17	Oswicien	Nouă industrială	1×TC	90	500	35	—	150/70	—	9	O nouă extindere
18	Lublin	Nouă industrială	1×TKP	36	435	40	—	150/70	—	7,5	O nouă extindere

*) Pentru turbine de condensație și priză de abur a fost indicată puterea la debitul minim de abur în condensator.

Notări: TC – turbina cu contrapresiune; TKP – turbina cu condensație și priză reglabilă; TV – turbina cu vid înrăutățit; TK – turbina cu condensație.

ca: vîrsta şi starea instalaţiilor existente în centrală, situaţia ei faţă de consumatorii de căldură, caracterul sistemului electroenergetic etc.

Trebuie menţionat că după efectuarea unei asemenea analize s-a hotărît transformarea majorităţii covîrşitoare a centralelor electrice vechi în centrale de termoficare. Tocmai aceste centrale au constituit primele unităţi pentru termoficarea majorităţii oraşelor din Polonia. Centralele de termoficare noi, construite pînă acum, sînt echipate în majoritatea cazurilor cu turbine cu condensaţie şi priză şi mai puţin cu turbine cu contrapresiune. Centralele de termoficare destinate alimentării cu energie termică a clădirilor din oraşe folosesc turbinele de producţie poloneză de tip TC-25 cu o singură priză reglabilă între 1,2—2,5 ata, cu debit de abur maxim de 100 t/h. Pe lîngă turbinele cu condensaţie şi o priză reglabilă se instalează şi turbine cu condensaţie şi două prize reglabile, turbine cu contrapresiune sau turbine cu condensaţie. Din turbinele cu două prize şi cele cu contrapresiune sînt alimentaţi consumatorii din apropiere cu abur pentru scopuri tehnologice. Turbinele cu condensaţie permit folosirea cazanelor de vîrf în afara vîrfului de sarcină termică. În consecinţă pot fi oprite centrale electrice mai puţin economice. Pînă la atingerea sarcinii termice totale a centralei de termoficare, turbinele cu condensaţie pot produce putere electrică şi în timpul vîrfului de sarcină termică. Pe principii cu totul diferite a fost proiectată centrala de termoficare din oraşul Nowe Tychy. După terminarea construcţiei sale, acest oraş va necesita aproape 250 Gcal/h pentru încălzire, ventilaţie şi apă caldă.

Centrala din Nowe Tychy (vezi schema din fig. 1) se compune din două turbine cu contrapresiune cu o putere de cîte 25 MV, precum

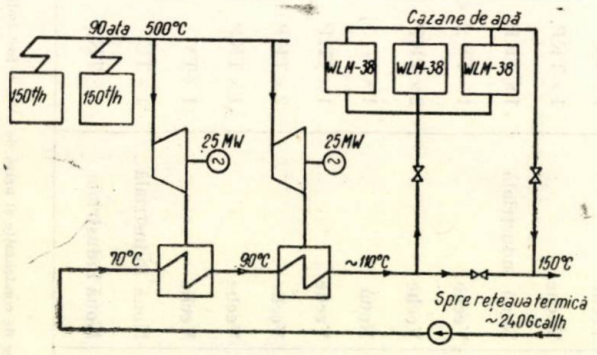


Fig. 1. Schema centralei de termoficare din Nowe Tychy

şi din cazane cu abur cu un debit de cîte 150 t/h şi parametri de 100 ata şi 510°C. Preîncălzirea de vîrf a apei de reţea nu se face, ca în centralele de termoficare examinate mai sus, în schimbătoare de căldură alimentate cu abur viu din cazane, ci direct în trei cazane de apă tip La Mont, cu un debit de cîte 38 Gcal/h.

În primul rînd, se vor instala şi pune în funcţiune cazanele de apă, iar după ce va exista sarcina corespunzătoare se vor instala turbinele cu contrapresiune. Această soluţie permite efectuarea treptată a investiţiilor.

Centrala de termoficare din Nowe Tychy este foarte economică, atît în ceea ce priveşte concepţia ei, cît şi modul de construcţie. Centralele destinate alimentării cu abur a întreprinderilor industriale mai ales pentru scopuri tehnologice (centrala din Lodz şi din Bielsko-Biala) sînt înzestrate cu turbine cu condensaţie şi o singură priză reglabilă cu presiune de 6...11 (8^{+3}_{-2}) ata şi debitul maxim de 90 t/h, precum şi cu turbine cu aceeaşi contrapresiune adaptate la caracterul şi la mărimea sarcinii termice a centralei de termoficare.

Preîncălzirea apei de reţea pînă la temperatura maximă nu se face întotdeauna la centrală. În unele cazuri, cînd există condiţiile tehnice şi economice corespunzătoare, această preîncălzire se face în săli de cazane situate în afara incintei centralei, ca mari săli de cazane cu apă raionale, construite pentru încălzirea aşezărilor înainte de punerea în funcţiune a centralelor de termoficare. O asemenea soluţie a fost aplicată la Gdansk, unde a dat rezultate economice bune.

Centralele de termoficare care alimentează pe consumatori cu abur vor fi legate între ele astfel încît să poată debita simultan pe o reţea de abur comună. Într-o asemenea colaborare vor fi incluse şi unele săli de cazane mari de la consumatori.

Centralele destinate alimentării cu căldură a consumatorilor urbani, la care sarcina termică principală o constituie încălzirea, lucrează cu coeficientul de termoficare $\alpha = 0{,}55-0{,}65$, ceea ce înseamnă că aproape 55—65% din vîrful termic este satisfăcut de aburul din turbină. În centralele care au un mare număr de consumatori tehnologici alimentaţi în cursul întregului an, coeficientul de termoficare poate creşte la 65—85%.

3. Reţelele termice

Pentru transmiterea căldurii consumatorilor urbani, sînt folosite reţelele termice cu apă cu două ţevi. Dacă mai există şi cereri de căldură pentru scopuri tehnologice, care pot fi acoperite din reţeaua de apă, se proiectează o reţea cu trei ţevi. La o asemenea reţea, două ţevi servesc pentru ducere, iar a treia pentru întoarcere. Printr-o ţeavă de ducere este transportată apa cu temperatură variabilă pentru scopuri de încălzire, iar prin altă ţeavă apa cu temperatură constantă pentru scopuri tehnologice. Conducta de întoarcere este comună.

Rețelele termice de apă și de abur au de obicei o configurație radială, diametrul scăzînd pe măsura depărtării de la centrală.

Numai în orașele mari care au mai multe centrale de termoficare, acestea sînt legate prin conducte de legătură de diametru constant. Aceasta asigură parțial o rezervă reciprocă a surselor de căldură, permite folosirea într-o mai mare măsură a centralelor cu randament mai bun și creează un sistem elastic care dă posibilitatea de a modifica sarcinile termice în diferitele centrale.

În centralele de termoficare cele mai importante, din Lodz și Bielsko-Biala, care au rețele de abur cu debite de 700 t/h, s-a renunțat complet la întoarcerea condensatului de la consumatorii de abur, prin urmare și la construcția unei rețele de condensat. O asemenea hotărîre a fost luată pe baza analizelor tehnico-economice efectuate (rezultatele simplificate ale acestor analize sînt date la pct. 5).

Rețelele de condensat se construiesc mai ales la centrale mici, unde renunțarea la întoarcerea condensatului ar mări instalația de epurare a apei din centrală și unde consumatorii nu pot folosi condensatul pentru scopurile de producție sau cele nelegate de producție.

Reglarea cantității de căldură cedată în rețelele termice cu apă se face central, ca reglaj calitativ. Pentru celelalte feluri de sarcini termice, adică pentru ventilație și pentru apă caldă, care sînt satisfăcute din rețeaua termică comună cu două țevi, se aplică un reglaj suplimentar local.

Reglarea presiunilor în rețea, precum și evitarea creșterii excesive a presiunii se face din centrală. Cea mai răspîndită schemă de reglare a presiunilor este prezentată în fig. 2.

În rețelele întinse de abur se instalează un aparataj special care transmite centralei valoarea presiunii la consumatorii situați la cea mai mare depărtare. Pe baza indicațiilor date de acest aparataj, se va putea menține cea mai mică presiune de abur la ieșirea din turbine și implicit se va putea produce cantitatea cea mai mare posibilă de energie electrică în regim de termoficare. Rețelele termice de apă, destinate alimentării urbane cu căldură, lucrează și sînt construite în cea mai mare parte pentru temperaturile teoretice de 150/70°C.

Ridicarea temperaturilor teoretice ale apei din rețea, de exemplu pînă la 170...180°C, atrage mărirea consumului de cărbuni, în timp ce cheltuielile de investiții pentru rețea și pentru racordurile clădirilor rămîn aceleași sau se măresc. Nu se obține în general reducerea cheltuielilor de investiții, deoarece în cazul temperaturilor mai ridicate este necesară racordarea instalațiilor interioare ale clădirilor printr-un sistem intermediar, adică prin schimbătoare de căldură care sînt mai scumpe. Aceasta se explică prin faptul că temperatura de 150°C este temperatura limită la care se mai poate aplica sistemul direct de racordare a instalațiilor, avînd în vedere presiunile din rețea.

Temperaturi mai mari, de 170/80°C, se practică în cazurile cînd nu este posibilă aplicarea temperaturilor de 150/70°C sau cînd această soluție nu este economică. Un asemenea caz

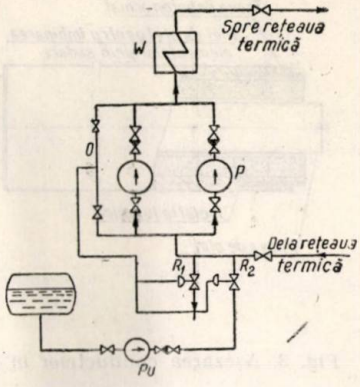


Fig. 2. Schema reglării presiunii în rețeaua termică:

W — stația schimbătoarelor de căldură; *P* — pompele de rețea; *Pu* — pompa de apă de adaos; R_1 și R_2 — regulatoare cu membrane.

poate avea loc la conductele magistrale lungi sau în rețelele termice întinse, care alimentează un teritoriu cu o densitate termică mică, unde creșterea temperaturilor provoacă o scădere însemnată a cheltuielilor de investiții pentru rețea.

Un exemplu tipic de aplicare a temperaturilor de 170/80°C este orașul Nowa Huta, unde acești parametri au fost introduși din cauza conductelor magistrale lungi (aproape 5 km) și din cauza marii presiuni hidrostatice, datorită diferenței de nivel între oraș și centrală.

Din cauza mărimii acestor presiuni și stării nesatisfăcătoare a instalațiilor interioare existente, precum și a rețelelor din clădiri, nu s-a putut aplica sistemul ieftin al racordării directe. Ținînd seama de factorii mai sus menționați, analiza economică a arătat că este rațională aplicarea parametrilor de 170/80°C.

În rețelele termice de apă care transmit căldură pentru scopuri tehnologice, se practică cel mai des temperaturile de 150/100°C.

Rețelele termice sînt așezate în special în canalele nevizitabile sub pămînt. Canale semivizitabile și vizitabile se construiesc la ieșirile din centrală, dacă există un mare număr de conducte sau în locurile de trecere sub liniile de cale ferată sau sub arterele importante de comunicație. În primii ani de dezvoltare a termoficării, au fost folosite canalele zidite din cărămidă și acoperite cu plăci de beton armat. În ultimii ani se fac canale de beton armat și prefabricate.

În ceea ce privește izolația, ea se compune din izolația termică propriu-zisă, executată din rogojini din fire de sticlă și dintr-un strat de protecție. Acest strat îl constituie o plasă de oțel zincată, căptușită cu o masă de ... azbociment. Modul de construcție mai sus descris are două defecte principale: cost ridicat și durabilitate mică a izolației termice, care lucrează în condiții grele sub pămînt.

Pentru micşorarea acestor defecte se lucrează la introducerea unor noi sisteme de aşezare a reţelelor termice. Aceste soluţii noi merg pe două linii : prima soluţie constă în aşezarea conductelor în ţevi de beton armat (fig. 3) umplute cu material de izolaţie din fire de sticlă, vată

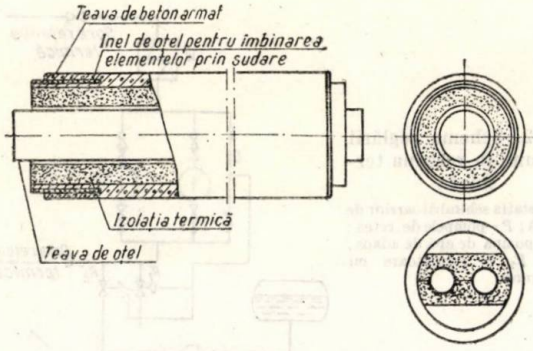


Fig. 3. Aşezarea conductelor în ţevi de beton armat :

minerală sau betoane uşoare. Pînă acum s-au realizat sectoare de probă a reţelelor unde se fac încercări.

În afară de aceasta, pentru aplicarea acestui sistem se construiesc în două etape reţele termice întregi. Ele vor fi date în exploatare în anul 1959.

A doua variantă nouă de construcţie a reţelelor termice constă în aşezarea lor fără canal în elemente prefabricate din beton spongios sau prin turnare peste conducte, la construcţie, a betoanelor uşoare.

Conductele pot fi aşezate în elemente prefabricate, executate din segmente avînd lungimea de aproape 1 m, îmbinate între ele cu ajutorul unui mortar special de ciment sau acoperite cu un strat de beton spongios.

În primul caz, conducta se va deplasa în interiorul elementelor prefabricate, iar în cazul al doilea, ea se va deplasa împreună cu stratul de beton spongios care este fixat pe conductă.

Turnarea betoanelor uşoare peste conducte se va face în canale de construcţie uşoară. Stratul de izolaţie din betoane uşoare, în caz de aşezare fără canale, va fi apărat de umezire excesivă cu ajutorul cartonului asfaltat şi al maselor bituminoase. În prezent se fac lucrări pentru introducerea unor mijloace mai eficace pentru apărarea conductelor de umezire.

Soluţiile descrise vor fi aplicate în primul rînd în reţelele care lucrează tot anul. În cazul funcţionării periodice a reţelelor există teama că în timpul opririi stratul de protecţie va fi umezit puternic, se va produce coroziunea conductelor. Din experienţa altor ţări rezultă că soluţiile mai sus indicate cu privire la aşezarea reţelelor termice au dat rezultate satisfăcătoare.

În anul 1959 se prevede aşezarea pe scară largă a reţelelor fără canale, în elemente prefabricate din beton spongios.

Pentru compensarea alungirilor termice ale conductelor, se aplică — unde este posibil — compensarea naturală sau compensatoare U. Compensatoare cu garnituri de etanşare sînt folosite numai în acele cazuri în care este imposibil de a se utiliza altfel de compensatoare, din cauza condiţiilor locale.

Conducta de abur şi apă, împreună cu canalele, se aşază cu o pantă de minimum 0,002, indiferent de direcţia de trecere a agentului termic.

4. Racordurile la consumatori

Instalaţiile interioare de încălzire centrală sînt racordate la reţelele termice care lucrează cu parametri de 150/70°C în general direct, cu ajutorul elevatoarelor. Schema unui asemenea racord este trasată cu linii subţiri în fig. 6 şi 7.

Sistemul indirect (cu ajutorul schimbătoarelor de căldură) se aplică numai la racordarea acelor instalaţii care din cauza micii lor rezistenţe sau din cauza marii rezistenţe de trecere nu pot fi racordate cu ajutorul elevatoarelor.

Instalaţiile alimentate temporar de la săli de cazane raionale la parametrii 90/70°C sînt racordate la reţeaua termică cu ajutorul aşa-numitei „amestecări cu pompe" sau, cînd acest procedeu este imposibil, prin schimbătoare de căldură. Dacă presiunea în conducta de întoarcere a reţelei termice este atît de scăzută, încît racordarea prin pompa de amestecare nu provoacă depăşirea presiunii admisibile în instalaţiile interioare, se aplică sistemul indicat în fig. 4.

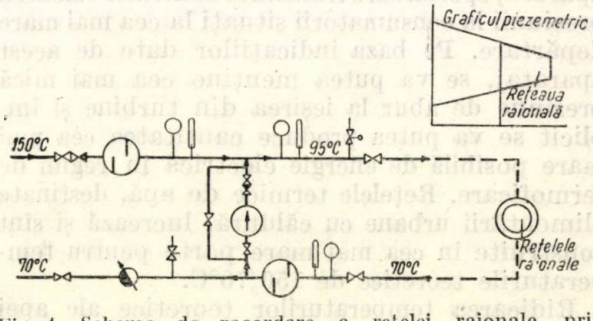


Fig. 4. Schema de racordare a reţelei raionale prin „pompe de amestecare" fără scăderea presiunii în reţeaua racordată :

În caz contrar, se recurge la sistemul indicat în fig. 5, în care presiunea în reţeaua raională este scăzută faţă de presiunea existentă în reţeaua principală.

Radiatoarele şi armăturile pentru instalaţiile de încălzire care se produc în Polonia rezistă la o presiune de lucru de 4,5 ata, presiunea de

probă fiind de 6,5 ata. În legătură cu aceasta, distribuirea presiunilor în rețeaua termică este astfel proiectată, încît în locurile de racordare a instalațiilor interioare ale clădirilor, presiunea în timpul funcționării rețelei și presiunea hidrostatică să nu depășească 4,5 ata.

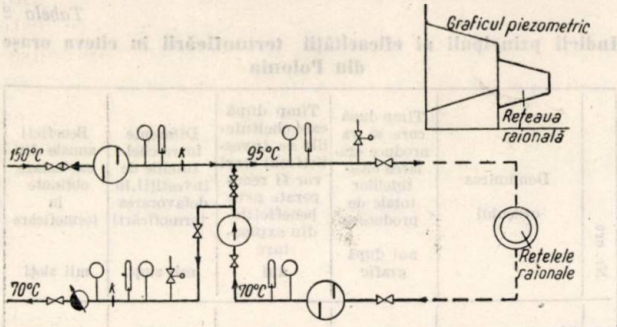


Fig. 5. Schema de racordare a rețelei raionale prin „pompe de amestecare" cu scăderea presiunii în rețeaua racordată:

Pentru a proteja instalația de o creștere a presiunii peste cea admisibilă, se prevede o supapă de siguranță.

Instalațiile de ventilații sînt racordate direct la rețeaua termică, fără a reduce temperatura apei.

Instalațiile interioare de apă caldă au fost racordate pînă acum la rețeaua termică mai ales în sistem închis, cu ajutorul schimbătoarelor de căldură.

În două centrale de termoficare mici a fost proiectat sistemul cu preluare directă de apă din rețeaua termică pentru scopurile de consum. Se cercetează, de asemenea, posibilitatea de a adopta această soluție și în alte centrale aflate în funcțiune.

Pentru a îmbunătăți condițiile de exploatare și pentru a obține o reducere însemnată a cheltuielilor în sistemul închis, au fost introduse, începînd din anul 1958, noi sisteme de racordare a instalațiilor de apă caldă. Aceste sisteme constau din racordarea instalațiilor de apă caldă în serie cu instalația de încălzire cu ajutorul unui schimbător de căldură legat la conducta de ducere a ansamblului de încălzire (fig. 6) sau cu ajutorul a două schimbătoare, dintre care unul este legat la conducta de întoarcere, iar altul la conducta de ducere (fig. 7). Acesta este așa-numitul sistem de preîncălzire în două trepte.

Prima soluție cu un singur schimbător de căldură este cea mai ieftină în ceea ce privește cheltuielile de investiții și va fi folosită în rețelele termice alimentate de la centrale de termoficare, care nu au un interes special de a reduce temperatura apei de întoarcere.

Soluția cu preîncălzirea apei în două trepte va fi folosită în rețelele termice alimentate din centralele cu turbine cu vid înrăutățit, unde se cere temperatura scăzută a apei de întoarcere.

Schimbătoarele de apă caldă sînt calculate pentru sarcina maximă, temperatura apei în rețeaua termică fiind minimă, adică 70°C.

În clădirile care preiau cantități mari de apă caldă în mod neregulat, cum sînt întreprinderile industriale, școlile, spitalele etc., se pot aplica schimbătoare în contracurent cu acumulatoare de căldură.

Rețeaua termică a consumatorului de căldură sub formă de abur se compune din rețeaua de abur și de condensat.

Dacă condensatul este înapoiat la centrala de termoficare, se instalează dispozitive de degazare a condensatului pentru a proteja rețeaua de condensat împotriva coroziunii. O

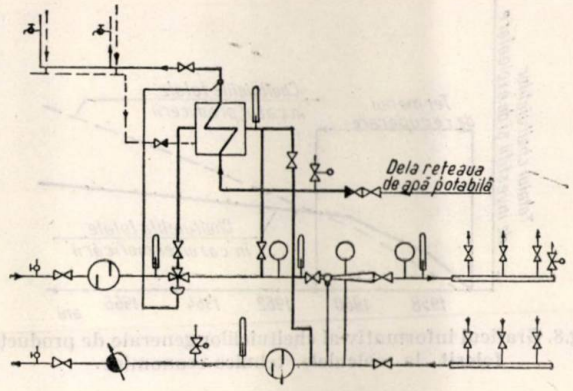


Fig. 6. Schema de legare a instalației de apă caldă printr-un schimbător legat în serie.

asemenea instalație se compune dintr-un rezervor umplut cu așchii de oțel, prin care trece condensatul.

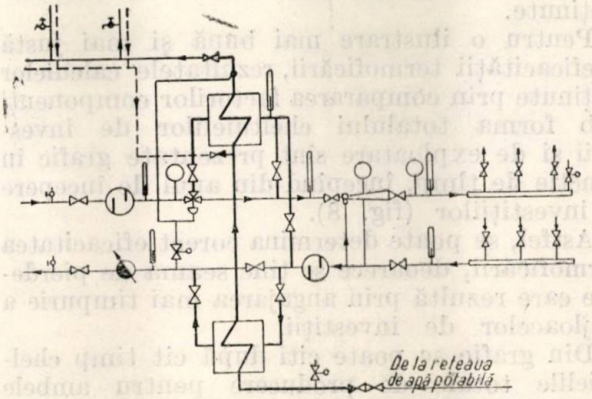


Fig. 7. Schema de racordare a instalației de apă caldă cu două schimbătoare legate în serie (sistemul cu preîncălzire în două trepte).

Dacă condensatul nu este înapoiat și nici folosit în întregime pentru alte scopuri, el este evacuat la canalizare. În cazul în care canalizarea nu poate prelua apa la temperatură ridicată, el va fi evacuat în puțuri de absorbție.

Atunci cînd sursa de căldură este o sală raională de cazane, rezolvările tehnice ale rețelei și ale racordurilor la consumatori sînt aceleași ca și în cazul alimentării din centrale de termoficare.

5. Indicii tehnico-economici

Introducerea sistemului de termoficare în orașul sau în așezarea respectivă se justifică pe baza calculelor tehnico-economice, ținînd seama și de condițiile sociale și de trai ale populației. Calculele economice constau din

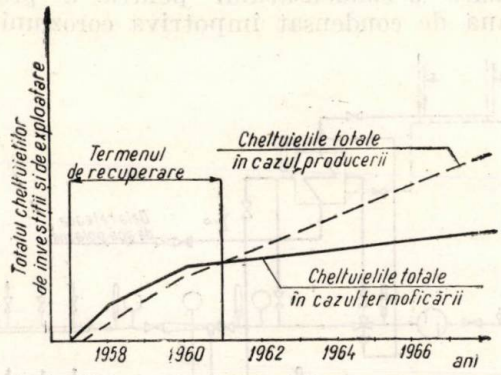


Fig.8. Graficul informativ al cheltuielilor generale de producție folosit la calculele tehnico-economice.

compararea cheltuielilor de investiții și cheltuielilor de exploatare, care trebuie să fie suportate în cazul producerii în comun a energiei electrice și a căldurii și în cazul producerii lor separate, apoi urmează să fie aleasă soluția corespunzătoare pe baza analizei rezultatelor obținute.

Pentru o ilustrare mai bună și mai justă a eficacității termoficării, rezultatele calculelor obținute prin compararea factorilor componenți sub forma totalului cheltuielilor de investiții și de exploatare sînt prezentate grafic în funcție de timp, începînd din anul de începere a investițiilor (fig. 8).

Astfel, se poate determina corect eficacitatea termoficării, deoarece se ține seama de pierderile care rezultă prin angajarea mai timpurie a mijloacelor de investiții.

Din grafic se poate citi după cît timp cheltuielile totale de producere pentru ambele feluri de producere se vor egala și ce foloase, respectiv pierderi, sînt obținute în fiecare an.

Al doilea indice, folosit pentru compararea diferitelor soluții, este numărul de ani după care cheltuielile de investiții mărite, în cazul termoficării, vor fi recuperate datorită cheltuielilor de exploatare mai reduse, la extinderea finală a centralei de termoficare.

În general, se consideră că dacă acest indice nu depășește aproximativ 8 ani, iar indicele de eficacitate este de aproximativ 5 ani, termoficarea este rentabilă.

De obicei, în primii ani de construcție și de exploatare, cheltuielile totale sînt mai mari în cazul termoficării decît în cazul producerii separate, dar după un anumit timp, aceste

Tabela 2

Indicii principali ai eficacității termoficării în cîteva orașe din Polonia

Nr. crt	Denumirea orașului	Timp după care se va produce egalarea cheltuielilor totale de producere ani după grafic	Timp după care cheltuielile de investiții mai mari vor fi recuperate prin beneficiile din exploatare ani	Diferențe între cheltuielile de investiții, în defavorarea termoficării mii zloți	Beneficii anuale din exploatare obținute în termoficare mii zloți
1	Krakow	2,5	0,8	6 400	8 000
2	Stalowa Wola	2	—	−5 800 *)	15 400
3	Gdynia	3,5	2,2	26 400	12 000
4	Nowa Huta	10	15,4	157 500	10 200
5	Gdansk	2	0,6	9 500	14 700
6	Cieszyn	2,5	4,4	3 500	2 400

*) Cheltuielile de investiții în termoficare sînt mai mici decît la producerea separată, din cauza numărului mare de clădiri noi pentru care ar trebui construite săli noi de cazane

Tabela 3

Cheltuieli pentru o tonă de condensat

Nr. crt.	Specificarea cheltuielilor	Cheltuieli de colectare și transport pentru o tonă de condensat de la consumatori la centrala de termoficare zloți	Cheltuieli de preparare pentru o tonă de apă brută pentru înlocuirea condensatului zloți
1	Apa brută .	—	2,00
2	Căldura cuprinsă în condensat	—	2,30
3	Pomparea condensatului la centrală	0,10	—
4	Chimicalele pentru epurarea apei brute în secția de epurare a centralei	—	0,90
5	Salariile personalului de deservire a instalației de gospodărire a condensatului	1,46	0,24
6	Amortizarea și cheltuielile legate de fondurile fixe ale secției de epurare a apei	—	1,61
7	Amortizarea și cheltuielile legate de fondurile fixe ale rețelei și instalațiilor de condensat la consumatori	11,46	—
8	Reparațiile tuturor instalațiilor legate de gospodărirea condensatului	1,96	0,28
9	Cheltuieli pentru cărbuni necesari pentru producerea cantității suplimentare de abur pentru consumatorii care restituie condensatul	2,00	—
	Total	16,68	7,33

cheltuieli se egalează, după care cheltuielile la producerea combinată devin mult mai mici.

În tabela 2 se arată indicii principali care caracterizează eficacitatea termoficării în cîteva oraşe din Polonia.

Eficacitatea mică a termoficării în oraşul Nowa Huta se explică prin depărtarea relativ mare a centralei de termoficare industrială de oraş şi prin întîrzierea însemnată a construirii reţelei termice. Această întîrziere a atras necesitatea de a construi în oraş săli de cazane şi îngheţarea mijloacelor de investiţii cheltuite pentru construirea centralei de termoficare şi a unei părţi din conducta principală.

Una dintre problemele mai importante atacate în ultimul timp a fost analiza tehnico-economică a necesităţii întoarcerii condensatului la centralele din Lodz şi Bielsko. Consumatorii principali de căldură în ambele oraşe mai sus menţionate sînt mai ales întreprinderile din industria textilă, care pot utiliza cu folos condensatul pentru scopurile lor tehnologice şi nevoile sociale şi de trai. Din bilanţul condensatului pentru centrala termoelectrică din Bielsko rezultă că la această centrală poate fi înapoiat condensat numai în proporţie de circa 34% din cantitatea de abur livrată în cursul anului (964 000 t), în loc de aproape 65%, cît este procentul întîlnit în general. Dacă s-ar permite consumatorilor să utilizeze cea mai mare parte de condensat pentru nevoile proprii, ei ar putea să-l folosească în proporţie de 17%.

Analiza făcută a avut ca scop să compare în special două soluţii:

1. Condensatul este înapoiat la centrală în cantitatea maximă posibilă.

2. Condensatul nu este de loc înapoiat centralei, ci utilizat de consumatori pe măsura posibilităţii.

În tabela 3 sînt arătate principalele cheltuieli pentru o tonă de condensat în ambele soluţii examinate. Aceste cheltuieli rezultă din calculele tehnico-economice.

Datele din tabelă se bazează pe ipoteza că durata reţelei de condensat va fi de 20 ani.

Din cifrele de mai sus rezultă că înapoierea condensatului la centrala termoelectrică nu este rentabilă. De aceea, s-a renunţat la completarea construcţiei reţelei de condensat la Bielsko. La Lodz, condensatul va fi înapoiat numai de la consumatorii cei mai apropiaţi. Calculele au mai arătat că chiar dacă s-ar obţine cantităţi mult mai mari de condensat, înapoierea lui la centrală este nerațională.

Pe această bază a fost adoptat principiul că pentru fiecare caz concret soluţionarea gospodăririi de condensat trebuie să fie aleasă după ce se vor face în prealabil calcule tehnico-economice.

Probleme privind economia de combustibil la fabricarea cimentului

Prof. dr. ing. *I. VLĂDEA*

Industria cimentului reprezintă un consumator foarte important de căldură, atît prin consumul specific relativ ridicat, cît şi prin volumul producţiei. Aceasta face ca problemele termice ale fabricării cimentului şi în special a klinkerului să prezinte un interes deosebit în balanţa energetică a ţării. O economie oricît de modestă în consumul specific al cuptoarelor de klinker are repercusiuni importante, care merită atenţia cercetătorilor. Astăzi, consumul specific de căldură în cuptoarele vechi sau conduse mai puţin raţional este de circa 2 100—2 200 kcal/kg klinker produs, pe cînd în cuptoarele moderne, bine exploatate, acest consum se reduce la circa 1 600 kcal/kg, deci o micşorare a consumului cu 37,2%, raportată la consumul de 2 200 kcal/kg. Dacă producţia totală zilnică de ciment ar fi de circa 7 000 t/zi, corespunzătoare capacităţii a 16 cuptoare de 450 t/zi, consumul de căldură ar fi, în primul caz, de 15 400 Tcal/zi iar în al doilea, de 11 200 Tcal/zi, ceea ce corespunde unui consum de 2 200 t/zi (1600t/zi) combustibil convenţional, sau 1 650 t/zi (1 140 t/zi) păcură. Prin reducerea consumului specific de la 2 200 kcal/kg la 1 600 kcal/kg, s-ar putea deci economisi zilnic circa 420 t/zi păcură, cantitate suficientă pentru a produce cu un randament de 25% circa 1220 MWh.

Pentru a putea vedea modul cum se pot face economii de căldură în industria cimentului, este necesar să se studieze chiar mai sumar modul de producere, de utilizare şi de recuperare a căldurii într-un cuptor de klinker, deoarece acesta este cel mai important consumator de căldură din industria cimentului.

Cerința principală care se impune arzătoarelor de combustibil este: de a avea flacără lungă de circa 8—10 m, pentru a depăși zona răcitoarelor planetare, plasate la capătul dinspre arzătoare al cuptorului, de a fi mobile axial și transversal (prin rotire) pentru a topi klinkerul lipit de pereții cuptorului și de a realiza o temperatură de circa 1 600...1 650°C în zona de vitrifiere a klinkerului, unde acesta trebuie să atingă el însuși circa 1 400°C.

Aerul necesar arderii este compus din: aerul primar introdus de un ventilator simultan cu combustibilul prin arzător (circa 40% din aerul total), aerul secundar, intrat prin răcitoarele planetare ale cuptorului, și aerul fals, intrat prin neetanșeitățile cuptorului, în special prin partea frontală. Aerul primar este aspirat de ventilator din zona unde cuptorul are cea mai mare temperatură exterioară. El are circa 50...70°C la aspirație. Aerul secundar este, însă, preîncălzit de către klinkerul gata fabricat, care trece prin răcitoarele planetare si de către lanțurile de răcire dispuse în aceste răcitoare, pînă la circa 300...350°C, pe cînd aerul fals pătrunde cu temperatură relativ scăzută. În acest mod se poate realiza în cuptor o temperatură teoretică de ardere de circa 1 800°C.

Urmărirea arderii realizată cu aceste injectoare este imposibilă în timpul funcționării normale a cuptorului, deoarece procesul tehnologic de uscare și calcinare a klinkerului produce aceleași componente gazoase ca și arderea combustibilului, adică: bioxid de carbon și vapori de apă. De aceea din analiza gazelor ieșite din cuptor nu se poate trage nici o concluzie valabilă și cantitativă asupra calității injectorului și asupra excesului de aer cu care se face arderea. Ar fi necesară încercarea acestor injectoare în cuptorul fără sarcină utilă de klinker, dar cu aerul preîncălzit și dozat în același mod ca și în exploatarea normală. În acest caz, pereții cuptorului ar urma să fie răciți în mod special, pentru a nu se modifica diagrama normală a temperaturilor, ceea ce ar denatura însuși procesul de ardere. Un astfel de studiu se poate face numai pe o reproducere (model) a cuptorului la scară redusă, bineînțeles și a injectorului.

Studiul injectorului la scară redusă este cu atît mai necesar, cu cît adesea fabricile de ciment lucrează cu combustibil mixt, lichid și gazos, ceea ce pune probleme de armonizare greu de rezolvat pe cale de calcul. Construirea unui cuptor experimental la scara 1 : 5, sau chiar 1 : 7,5 și a unei game de injectoare ar fi cît se poate de indicată, iar costul instalației ar fi repede amortizat prin economia de combustibil realizată de injectorul cu consum optim. Pe o astfel de instalație s-ar putea face cercetări și asupra debitului de aer primar, secundar și fals care intră în cuptor.

Chiar dacă printr-un astfel de studiu s-ar realiza, printr-o ardere rațională, o economie de combustibil de numai 2%, ceea ce se poate realiza cu ușurință, aceasta ar reprezenta o economie de 44 t/zi combustibil convențional, sau de 22 000 t/an. Este de la sine înțeles că la încercări trebuie să colaboreze tehnologi de branșă cu multă experiență și termotehnicieni de aceeași calitate.

Trebuie să se convingă toată lumea că nu există proiectanți de mașini infailibili, ci numai proiectanți mai pricepuți sau mai puțin pricepuți, și că proiectele trebuie încercate mai întîi pe modele în laborator, apoi pe prototipuri și numai după aceea date în exploatare și construite în serie. Menirea unui inginer nu este numai aceea de a construi mașini care să funcționeze, ci mai ales astăzi aceste mașini trebuie să funcționeze sigur și economic, ceea ce poate fi constatat numai prin încercări și măsurători bine efectuate.

Funcționarea corectă a arzătorului și dozarea și preîncălzirea aerului de ardere pot aduce o economie importantă de combustibil și de aceea studiul respectiv nu trebuie neglijat.

O altă problemă care merită să fie amănunțit cercetată și din punctul de vedere al economiei de căldură o formează procesul de fabricare a klinkerului. Pentru fabricarea cimentului Portland, se introduc în cuptor ca ingrediente principale: calcar și marnă. Procedeele moderne cer ca acestea să fie în prealabil uscate, bine măcinate și apoi amestecate cu apă, pentru a produce o pastă ușor de pompat în interiorul cuptorului.

Proporția de apă în amestec poate varia între 35...45%, ceea ce are o influență foarte mare asupra consumului de căldură necesară procesului tehnologic. Desigur, pomparea va fi mai ușoară și va da mai puțină bătaie de cap dacă procentul de apă este mai mare, dar consumul de căldură necesară uscării pastei va crește și el în mod corespunzător.

Avînd în vedere că la calcinarea chiar a pastei uscate se produce o pierdere de greutate de circa 37...40% prin reacțiile chimice, care elimină din masă în special bioxid de carbon, încărcarea cuptorului va fi făcută chiar în cazul pastei uscate, cu 1,60...1,67 kg pastă pentru a se produce 1 kg klinker. În cazul cînd pasta are umiditatea cuprinsă între 35...45%, cantitatea de pastă care trebuie introdusă în cuptor va fi de 2,6...3,0 kg pentru fiecare kg de klinker produs.

Această pastă trece în partea de încărcare a cuptorului, dispusă la capătul opus față de arzătoare, astfel încît gazele și pasta circulă în cuptor în contracurent. Aici pasta se usucă treptat, iar temperatura ei crește pe măsură ce înaintează prin cuptorul înclinat cu 3...6% în acest scop. Pentru uscarea pastei se vor consuma 570...810 kcal/kg klinker produs.

O reducere a umidității pastei de la 45% la 35% înseamnă, deci, o reducere a consumului de căldură cu 240 kcal/kg, sau o economie de 1 680 Tcal/zi, la producția de 7 000 t/zi admisă inițial. Aceasta echivalează cu o economie de 240 t/zi de combustibil convențional.

Pasta suferă apoi o serie de reacții chimice endotermice și exotermice, din care cea mai importantă constă în reducerea carbonatului de calciu în oxid de calciu. Temperatura pastei continuă să crească pînă la circa 1 400°C, cînd se produce vitrifierea. Apoi urmează evacuarea klinkerului în răcitoarele planetare unde se preîncălzește aerul secundar de ardere, prin contactul direct cu klinkerul și cu niște lanțuri atîrnate în răcitoare în scopul de a mări suprafața de convecție. De aici klinkerul este evacuat în exterior cu o temperatură de circa 300°C. Bilanțul termic al acestor reacții se soldează cu un consum de circa 400... 450 kcal/kg klinker produs și prin pierderea de căldură la evacuarea klinkerului fierbinte și prin mantaua cuptorului rotativ. Căldura consumată efectiv pentru uscare și calcinare ar fi deci de 1 020...1 260 kcal/kg klinker (după umiditate). Restul consumului, pînă la concurența cifrei de 1 600...2 200 kcal/kg, reprezintă pierderile.

În U.R.S.S.*) s-au efectuat încercări sistematice în privința producerii de ciment, deoarece uriașele realizări ale socialismului și comunismului au necesitat și necesită cantități imense de ciment. Încercările s-au referit la determinarea tipului optim de cuptor pentru diferite condiții de exploatare, precum și la obținerea unui consum minim de combustibil. Cu un cuptor experimental s-a ajuns la Ghiprotement la un consum minim de căldură de 1 410 kcal/kg klinker, ceea ce se apropie mult de cifra teoretică. În exploatarea normală acest consum s-a ridicat la 1 600 ...1 700 kcal/kg, care reprezintă totuși un consum foarte scăzut față de al fabricilor de ciment din alte părți.

Cele mai mari pierderi de căldură sînt date de entalpia ridicată a gazelor evacuate la coș. În general, aceste gaze ies la coș cu o temperatură prea mare. Utilizîndu-se tirajul artificial ceea ce reprezintă cazul general la cuptoarele moderne, gazele ar putea ajunge la baza coșului cu circa 140°C, deci cu entalpia de 133,5 kcal Nm³. În cazul cînd arderea ar avea loc cu un exces de aer de 1,3 (excesul real de aer nu poate fi determinat din analiza gazelor de ardere, din motivele arătate, iar măsurători directe ale debitului de aer nu s-au efectuat), debitul de gaze de ardere ar fi de 3,36 Nm³/kg klinker. Gazele evacuate la coș vor duce cu ele 450 kcal/kg, ceea ce reprezintă pierderea minimă prin gazele de ardere. Dacă se ține seama și de faptul că aerul se ia din mediul ambiant cu temperatura medie de 20°C, pierderea reală de căldură va fi numai de circa 41,3 kcal/Nm³ sau de 139 kcal/kg klinker, ceea ce, adăugat la căldura cheltuită anterior, va da un consum de 1 160 ... 1 400 kcal/kg klinker.

În realitate, gazele de ardere ies din cuptor cu temperatura de 500...550°C, deci cu entalpia de circa 275...300 kcal/Nm³, ceea ce reprezintă de fapt o pierdere de 183...208 kcal/Nm³, sau de 612...700 kcal/kg klinker. Acesta, bineînțeles, este cazul cuptoarelor mai vechi sau mai defectuos conduse.

S-a încercat să se recupereze căldura gazelor evacuate prin intercalarea între cuptor și coș a unei baterii de cazane, care să producă abur pentru centrala termică a fabricii, care să producă energia electrică necesară diverselor antrenări. Aceasta nu reduce consumul specific de căldură al cuptoarelor, dar contribuie la ameliorarea întregului bilanț termic al fabricii. Desigur, nu poate fi vorba decît de cazane de convecție cu încărcare specifică mică, dată fiind temperatura relativ scăzută a gazelor la intrarea în cazane.

Gazele conțin însă foarte mult praf fin, care nu se poate îndepărta în măsură suficientă numai prin schimbări de secțiune și de direcție. Ar fi necesare cicloane sau filtre electromagnetice, deoarece altfel suprafețele de încălzire ale cazanelor se acoperă repede cu praf, care se transformă apoi în crustă greu de îndepărtat (ciment), în special pe suprafețele cu temperatură proprie scăzută.

O altă utilizare ar consta în uscarea cu gaze a materiei prime aduse de la cariere, a cărei umiditate depinde de natura carierei, de condițiile atmosferice din timpul de extragere și de depozitare și de durata depozitării în ploaie.

Altă sursă de pierderi este dată de transmiterea de căldură prin mantaua cuptorului spre mediul ambiant. Pierderile prin convecție sînt acum majorate prin faptul că întreg cuptorul se rotește în jurul axei sale longitudinale și se află dispus în aer liber. Temperatura peretelui exterior al cuptorului nu este însă prea mare pentru a da pierderi însemnate, atît prin radiație cît și prin convecție. În partea cea mai caldă a cuptorului (zona de vitrifiere), temperatura exterioară a peretelui tubular nu depășește 200°C, iar pe restul lungimii cuptorului temperaturile sînt mult mai mici.

Pierderile prin klinkerul fierbinte, evacuat din răcitoarele planetare cu circa 300...350°C, reprezintă cam 60 kcal/kg, ceea ce contează destul de mult în balanța termică a cuptorului. Dacă klinkerul s-ar răci cu ajutorul aerului secundar pînă la circa 200°C, această pierdere

*) E. I. Hodorov: *„Cuptoare folosite în industria cimentului"* (traducere din limba rusă), Editura de Stat pentru Arhitectură și Construcții, București, 1954.

s-ar reduce la circa 35 kcal/kg, deci s-ar obține un cîștig zilnic de 175 Tcal sau de 25 t combustibil convențional.

După cum s-a putut vedea din cele de mai sus, problema fabricării cimentului merită un studiu experimental amănunțit și din punct de vedere termic. Consumul de combustibil al fabricilor de ciment cu o producție zilnică de 7 000 t de klinker echivalează cu acela al unei CTE de circa 190 MW. Economii se pot realiza printr-un studiu amănunțit al arzătoarelor de combustibil, prin buna dozare a aerului, astfel ca temperatura gazelor de ardere să nu fie inutil de ridicată, prin preîncălzirea cît mai mare a aerului de combustiune și prin reducerea la maxim a umidității pastei pompate în cuptor.

Astăzi se pune problema nu numai de a produce ciment mult și bun, ci și de a produce ciment ieftin și de a economisi combustibili de orice gen. Este, de altfel, linia pe care merge astăzi întreaga economie a țării noastre.

Metode noi pentru stabilirea rolului structurii granulometrice a combustibilului în procesul de ardere

Ing. *G. HERCZ*

Este cunoscut faptul că randamentul cazanelor cu abur este determinat în prima linie de condițiile în care decurge arderea în focar. Acest lucru este important mai ales la cazanele cu abur alimentate cu combustibil granulat pentru ardere în suspensie (praf de cărbune cu granulație mai mică sau mai mare, sau jet de păcură). Timpul de ardere al combustibilului la o încărcare dată a focarului în kcal/m³h influențează calitatea arderii și este în prima linie o funcțiune a temperaturii din focar (fig. 1), viteza de reacție K fiind exprimată de ecuația exponențială:

$$K = a \cdot e^{-\frac{b}{t}}$$

unde:

a și b sînt constante;
t — temperatura din focar în °C;
e — baza logaritmilor naturali.

Cu scăderea temperaturii din focar, timpul necesar arderii complete a particulelor de combustibil cu o granulație determinată devine din ce în ce mai mare. În fig. 1 se arată o diagramă a timpului de ardere în funcție de temperatură și de încărcarea focarului. Volumul focarului și viteza curentului de aer-praf, respectiv a flăcării, fiind limitate, efectul scăderii temperaturii din focar este mărirea cantității particulelor de combustibil nearse evacuate prin coș, sau captate pe depunerile de zgură de pe suprafețele de încălzire și pereții focarului, unde-și vor continua arderea contribuind la înmuierea zgurii și înfundarea secțiilor dintre țevile fierbătoare. În primul caz se măresc pierderile prin ardere mecanică incompletă, iar în cazul al doilea sînt influențate pierderile prin coș și pierderile prin ardere chimică incompletă.

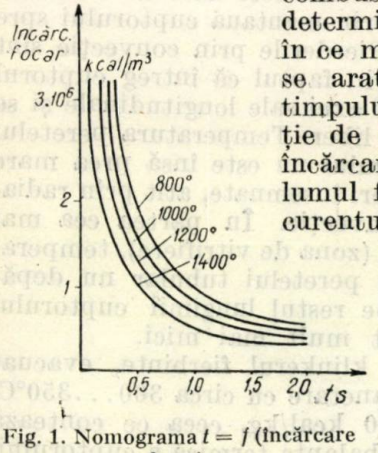


Fig. 1. Nomograma $t = f$ (încărcare focar).

Viteza de ardere a particulelor de combustibil este în funcție de raportul dintre suprafața particulei și volumul închis de această suprafață, reacția chimică între materia combustibilă și oxigenul din aer fiind cu atît mai rapidă, cu cît suprafața relativă de contact este mai mare. La cărbune, creșterea suprafeței de contact este realizată prin reducerea granulației și obținerea unei granulații uniforme în instalațiile de măcinare. La păcură, buna pulverizare depinde de sistemul și construcția injectorului utilizat.

Analizăm mai jos influența granulației prafului de cărbune asupra arderii în cazul concret al unei centrale alimentate cu cărbune brun din bazinul Șorecani, ale cărei cazane sînt prevăzute cu alimentare directă prin mori cu valțuri. Conținutul de cenușă al combustibilului utilizat a fost de 46%, crescînd de la 32—33% valoarea de calcul la construcția cazanelor. Punctul de înmuiere a zgurii a scăzut de la 1 200—1 300°C la circa 1 150°C. La aceste cazane, drumul gazelor pînă la primul rînd de țevi fierbătoare este de circa 10 m, ceea ce corespunde în cazul unei viteze de trecere a gazelor prin focar de 12,3 m/s la un timp de ardere de 0,8s (luînd în considerare încărcarea admisă a focarului de 100 000 kcal/m³ și reglajul actual al instalațiilor de măcinare). Pentru condițiile de exploatare date, limitele de temperatură necesare unei arderi corecte sînt destul de strînse și deci rolul granulației combustibilului introdus în focar este deosebit de mare.

Pentru a putea stabili și menține în limite optime finețea de măcinare, s-a folosit posibilitatea reglajului în mers al separatoarelor de praf (fig. 2) și s-au confecționat dispozitive adecvate de prelevare a problelor granulometrice. S-a folosit o metodă de control conclu-

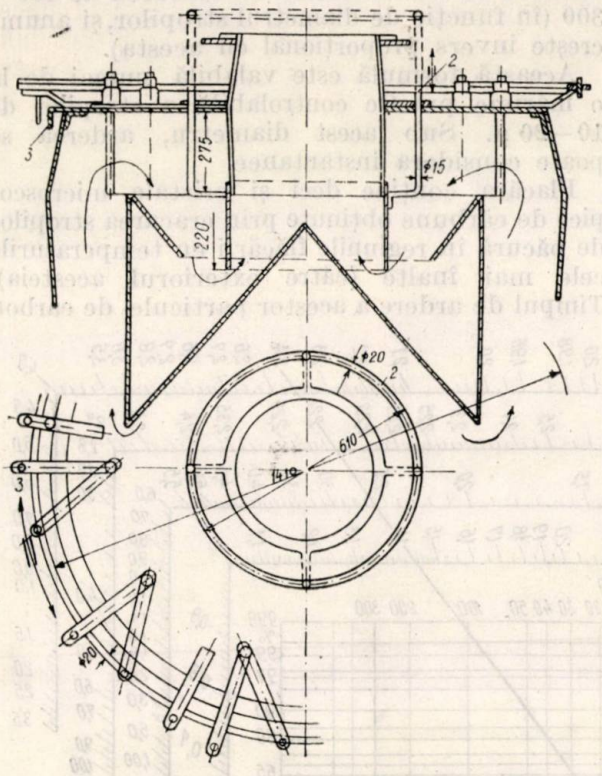


Fig. 2. Reglajul separatoarelor de praf B W.

dentă a probelor de cernere (executate cu sitele nr. 020 și 009 STAS) prin metoda Rosin-Rammler-Sperling — nomograma dublu logaritmică pentru analiza structurii granulometrice a prafului de cărbune din fig. 3.

În această nomogramă cu axele de coordonate împărțite la scară logaritmică, respectiv dublu logaritmică, ecuația exponențială care exprimă legea de bază a măcinișului:

$$R = 100\, e^{-\left(\frac{d}{d'}\right)^n}$$

este reprezentată cu ajutorul unei drepte (așa zisă dreaptă R.R.S.), care se construiește pe baza rezultatelor probei de cernere executate cu sitele nr. 020 și 009 (d este diametrul particulelor de praf, iar d' și n, parametrii de granulație — d' în mm, iar n fără dimensiune). Situația acestei drepte în nomograma R.R.S. permite să se tragă concluzii asupra caracteristicilor principale ale măcinișului oricărui sistem de preparare: mărimea granulației și uniformitatea măcinișului. Primul parametru este caracterizat de indicele d', iar al doilea de indicele n. Pe diagramă n este tangenta unghiului închis de dreapta R.R.S. cu axa abscisei, iar d' este intersecția aceleiași drepte cu o paralelă trasă la axa abscisei într-un punct de pe axa de ordonată, corespunzător restului de sită $R = \frac{100}{e} = 36{,}8\%$.

Acești doi parametri împreună determină calitatea măcinișului, respectiv uniformitatea și finețea acestuia.

După Kneschke [2] se poate stabili un grad de calitate a măcinișului η, în funcție de finețea de măcinare $\frac{1}{d}$ și de uniformitatea măcinișului $\frac{1}{\zeta}$. Acest grad de calitate are expresia

$$\eta = \sqrt{\frac{1}{d} \cdot \frac{1}{\zeta}}$$

Pe diagrama R.R.S. se pot trasa scările directe pentru citirea indicilor $\frac{1}{d}$; $\frac{1}{d'}$ și η.

Raportînd economia de combustibil obținută prin realizarea gradului optim de calitate a măcinișului la consumul de energie electrică al instalațiilor de măcinare, se poate determina reglajul cel mai economic al instalațiilor de separare pentru cărbunele utilizat. (Se stabilește pentru fiecare poziție de reglaj randamentul net al cazanului) [3].

Cu ajutorul acestor măsuri se pot trage concluzii asupra uzurii instalațiilor de preparare a cărbunelui, asupra posibilității de utilizare a unor sorturi noi de cărbune și se poate stabili structura granulometrică optimă a prafului de cărbune

La cazanele alimentate integral sau parțial cu combustibil lichid, instalația de care depinde structura granulometrică a combustibilului este arzătorul, care poate fi fie cu injecție mecanică, fie cu injecție cu abur sau cu aer. Pentru aprecierea influenței sistemului de injectare sau a reglajului arzătorului asupra procesului de ardere, nu există decît cîteva metode mai mult sau mai puțin subiective și anume: inspecția vizuală a formei jetului și a existenței de stropi mari de păcură în jet, măsurarea aproximativă a formei și temperaturii flăcării cu ajutorul unui Katetometru, respectiv al unui pirometru optic ș.a.m.d.

În cazul dat, s-a încercat îmbunătățirea constructivă a acestor arzătoare de păcură, utilizînd aceleași metode ca la arzătoarele de cărbune, și anume:

a) Eliminarea defectelor de construcție, introducerea reglajului și controlul consumului de abur.

b) Găsirea unei metode de prelevare a probei granulometrice și găsirea unei metode de analiză a spectrului granulometric al jetului de păcură.

În literatura de specialitate nu se găsesc decît puține indicații referitoare la aceste probleme; astfel s-a căutat rezolvarea lor cu mijloace proprii. În cele ce urmează vom descrie aceste încercări, în speranța că ele vor stimula elaborarea unor metode mai exacte pentru verificarea arzătoarelor de păcură și îmbunătățirea arderii la cazanele alimentate cu păcură.

Examinînd mai de aproape procesul de ardere a stropilor de păcură, s-a ajuns la concluzia că stropii eliberați de sub presiunea din arzător sînt înconjurați la început (la intrarea în focar) de o peliculă de abur formată din apa conținută de păcură în emulsie. După evaporarea hidrocarburilor mai ușoare (distilare), stropul se încălzește mai departe și ajungînd la temperatura de 280—300°C, eliberează hidrocarburile grele, care, intrînd în contact cu oxigenul, se aprind. Din stropul de păcură rămîne în această fază a procesului de ardere un miez incandescent de carbon (cocs). La temperatura de 800°C, această particulă incandescentă începe să predea flăcării puterea ei de radiație și, intrînd în contact la rîndul ei cu aerul care difuzează prin flacără, arde.

De aici reiese că timpul de aprindere a stropilor de păcură este foarte scurt, de ordinul de mărime de microsecunde, iar timpul de ardere este proporțional cu diametrul stropilor.

$$t_a = k \cdot d_0^2$$

unde: k este o constantă cu valoarea de 100—300 (în funcție de diametrul stropilor, și anume crește invers proporțional cu acesta).

Această formulă este valabilă numai de la o mărime practic controlabilă a stropilor de 10—20 μ. Sub acest diametru, arderea se poate considera instantanee.

Flacăra conține deci și cristale microscopice de cărbune obținute prin cracarea stropilor de păcură în regiunile flăcării cu temperaturile cele mai înalte (către exteriorul acesteia). Timpul de ardere a acestor particule de carbon este de circa 10—20 ori mai mare decît cel necesar stropilor de păcură de același diametru. Totuși, drumul pînă la arderea completă a

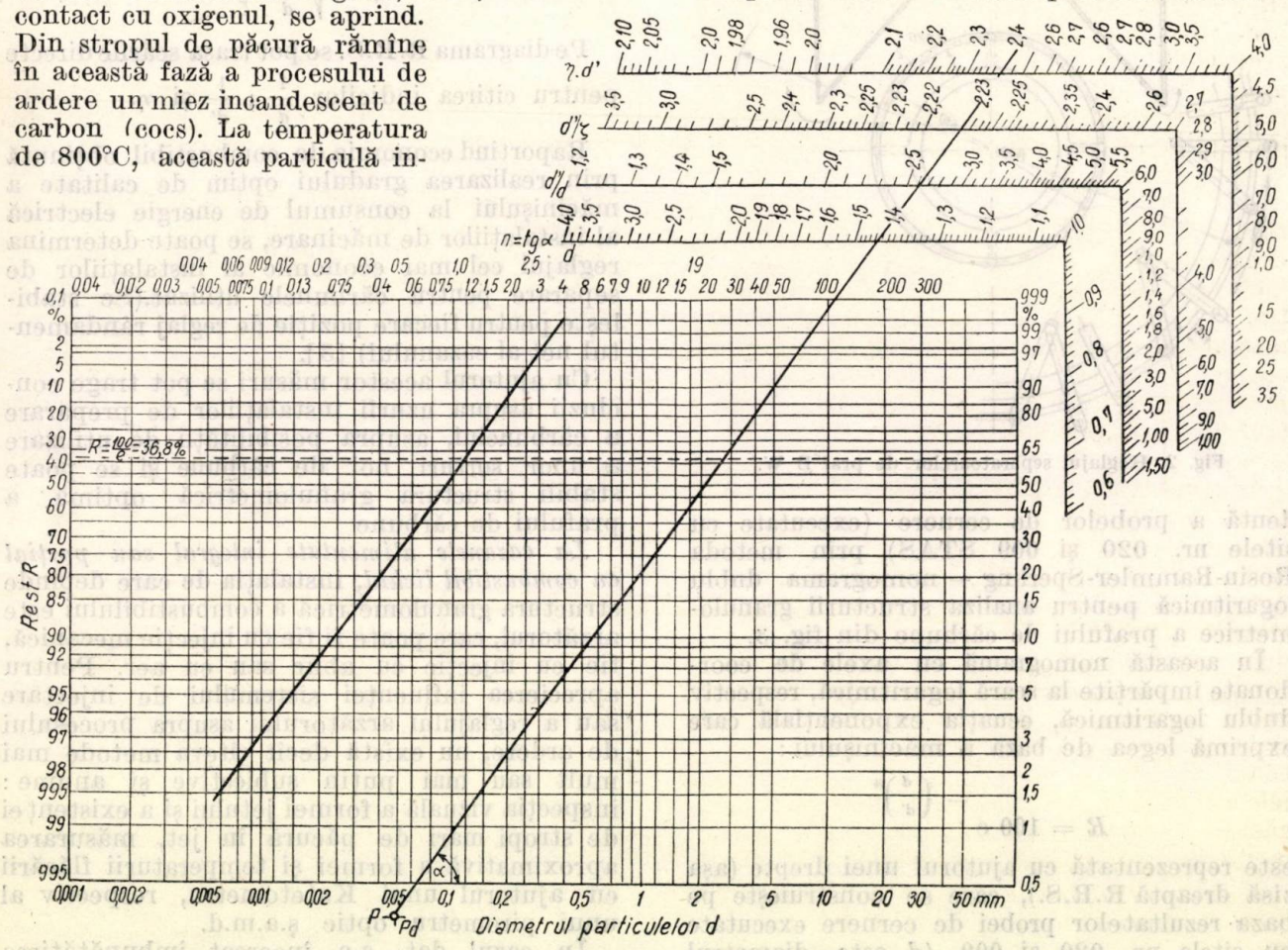


Fig. 3. Nomograma R.R.B. (Rosin — Rammler — Bennet) cu scări pentru indicii de calitate:

finețea d'/d, care înmulțit cu $6 = O_{k_1}\, d'(:d)$

$\overline{d} = d$ mediu (după distribuția suprafeței)

d'/ζ — grad de uniformitate $(:d')$

O_k = suprafața specifică: $\frac{O_{k_1}}{s\ (g/cm^3)}$ (m^2/kg)

η d' — grad de calitate $(:d')$

$n = \operatorname{tg}\alpha$

$d' = d$ pentru $R = 36{,}8\%$ } parametrii granulați

$$\eta = \sqrt{\frac{1}{\overline{d}} \cdot \frac{1}{\zeta}}$$

stropilor la flacără făclie este de numai 3—3,5 m la viteza obișnuită de ieșire din arzător, de 20—30 m/s.

Din cele de mai sus reiese că timpul de ardere a stropilor de păcură este mult mai scurt decît la cărbune; chiar împreună cu nucleul de carbon nu ajunge decît pînă la cîteva sutimi

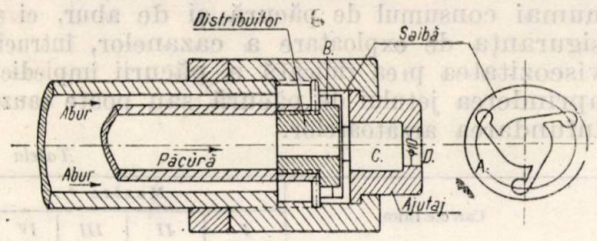


Fig. 4. Arzător de păcură B. W. original.

de secunde (la o pulverizare normală). Pentru arderea bună este importantă, în afară de diametrul stropilor, și repartizarea uniformă în spațiu a acestora, fără de care nu poate să se formeze flacăra în formă de făclie și nu se poate face dozajul just al aerului (maximum 20—25% surplus de aer admis la o ardere bună).

Arzătorul sistem BW (fig. 4), utilizat la cazanele centralei, lucrează cu ajutorul forței centrifugale a jetului de abur, căruia i se imprimă un impuls rotativ prin canalele tangențiale (*A*) și ajutajele (*B*) a unor piese intermediare (*2* și *3*) montate înaintea camerei de amestecare (*C*), de unde aburul (introdus la $p = 2{,}5$ at) aruncă printr-o duză (*D*) cu diametrul = 10 mm jetul de păcură. Consumul de abur la acest sistem este de 1,05 kg abur/kg păcură.

În experiența de exploatare, s-a constatat că nu toată cantitatea de păcură introdusă în cazan contribuie la aprinderea sau susținerea flăcării arzătorului principal, pentru că dispersarea stropilor nefiind uniformă, se formează picături mari de păcură care se desprind de jet la ieșirea din ajutaj. În prima fază a lucrării s-a menținut sistemul de injectare cu abur, căutînd pentru remedierea deficiențelor sus-menționate forme mai potrivite, cu o rezistență hidrodinamică mai mică pentru ajutajele arzătorului și s-au executat încercări pentru găsirea parametrilor și dimensiunilor optime, la un consum minim de abur.

În acest scop a fost introdus un reglaj al lungimii camerei de amestecare și al diametrului ajutajului principal. La arzătoarele acționate cu abur de acest sistem, păcura este antrenată în camera de amestecare prin mișcarea tangențială a aburului în jurul vînei centrale de păcură, mișcare ce se transformă într-un vîrtej spiral ieșind prin ajutajul (*D*) al cărui unghi de ieșire α trebuie să coincidă cu unghiul de deschidere al jetului de păcură. Acest unghi se poate determina din ecuația:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_t}{V_a}$$

unde:

V_t este viteza tangențială a aburului;

V_a — viteza axială la ieșirea jetului din arzător.

Pentru ca stratul de păcură de la suprafața jetului să nu se închidă într-o fascicolă com-

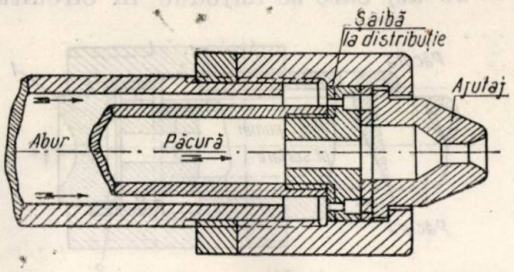


Fig 5. Idem, modificat (cu detalii).

pactă de stropi, ci să rămînă pe suprafața unui con, a trebuit ca raportul V_t și V_a să fie ales în așa fel ca să dea un unghi α mai mare decît unghiul critic în funcție de viscozitatea păcurii.

Consumul de abur de injectare fiind o funcțiune a presiunii aburului, prin micșorarea rezistențelor hidrodinamice ale arzătorului, după cum rezultă din fig. 5, se realizează și o reducere a consumului de abur.

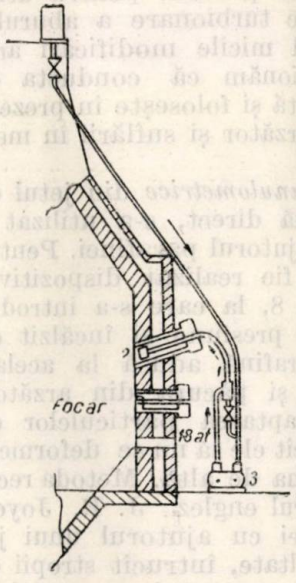


Fig. 6. Schema instalațiilor transformate pentru injecție mecanică.

Diametrul camerei de amestecare și diametrul critic de ieșire al ajutajului, respectiv raportul acestora (*L*) influențează de asemeni în măsură însemnată consumul de abur. Dacă *L* scade, crește consumul de abur. Totodată, scade și unghiul α de pulverizare a jetului. Lungimea *L* a camerei de amestecare influențează la rîndul ei, după experiența de exploatare, consumul de abur și unghiul α, La arzătorul îmbunătățit din punct de vedere hidrodinamic, s-a putut reduce diametrul de ieșire de la 10 la 6 mm, mărind valoarea lui *L* cu 80%. Lungimea camerei de amestecare a fost mărită și ea cu 10%. La o reducere concomitentă a presiunii de la 2,5 at la 1,5 at s-a obținut rezultatul optim atît în ce privește unghiul de ieșire α, cît și forma de făclie a jetului. Consumul de abur a fost redus de la 1,05 kg ab/kg păcură, la 0,5 kg ab/kg păcură, iar presiunea la 1,5 at,

În faza a doua s-a propus îmbunătățirea granulației jetului și eliminarea completă a consumurilor de abur prin trecerea la injecția mecanică. Presiunea necesară de 18 at se obține cu ajutorul pompelor cu roți dințate (cu caracteristicile : „Tehnofrig" Cluj 2 000 l/h la $p = 20$ at) care se introduc în circuitul de

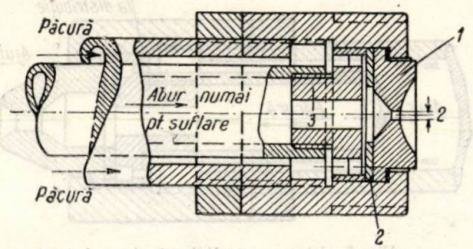


Fig. 7. Arzătorul B. W. modificat pentru injecție mecanică

alimentare existent conform schemei din fig. 6, alimentînd arzătoarele printr-un distribuitor (dist. *1*), în așa fel ca presiunea în fața injectorului să rămînă aceeași la orice debit.

Acest lucru se realizează prin montarea ventilului pe conducta de retur care pornește din distribuitor. Și în acest caz a fost păstrat același tip de arzător, schimbînd numai drumul aburului cu cel al păcurii, pentru utilizarea dispozitivelor de turbionare a aburului la păcură și realizînd micile modificări arătate în fig. 7. Menționăm că conducta de abur n-a fost desființată și folosește în prezent încălzirii păcurii din arzător și suflării în mers a acesteia.

Prelevarea probei granulometrice din jetul de păcură nefiind posibilă direct, s-a utilizat o metodă de control cu ajutorul parafinei. Pentru aceasta a trebuit să fie realizat dispozitivul auxiliar arătat în fig. 8, la care s-a introdus dintr-un vas pus sub presiune și încălzit cu ajutorul aburului parafină adusă la același grad de viscozitate ca și păcura din arzător. Dificultatea a fost captarea particulelor de parafină în așa fel încît ele să nu se deformeze și să nu se lipească una de alta. Metoda recomandată de cercetătorul englez J. R. Joyce, de captare a parafinei cu ajutorul unui jet de apă, nu a dat rezultate, întrucît stropii de parafină s-au turtit la contactul cu suprafața de apă și s-au lipit unii de alții. Pentru evitarea acestor neajunsuri s-a încercat captarea stropilor răciți în prealabil cu un curent de aer, cu ajutorul unui strat de pulbere de cretă arsă trecută prin sita nr. 0089 (cu 4900 ochiuri pe cm²). Greutatea și granulația acestei pulberi fiind cunoscute, s-a putut stabili cu ajutorul metodei RRS, tratată în capitolul anterior, spectrul granulometric al jetului de păcură. Ca urmare a îmbunătățirilor constructive s-a constatat o reducere a restului pe sita nr. 020 (cu 900 ochiuri pe cm²) de la 12 la 8% la menținerea restului pe cealaltă sită la 42%.

În ce privește combustibilul utilizat, s-a constatat că păcura livrată conform STAS 51/54 de tip 16/42 a avut la încercări variații de calitate. Dintre 4 mostre prelevate, trei au avut caracteristici similare, iar una a fost calitativ mai proastă, după cum se arată în tabela 1. Acest lucru influențează nu numai consumul de păcură și de abur, ci și siguranța de exploatare a cazanelor, întrucît viscozitatea prea ridicată a păcurii împiedică aprinderea jetului de păcură sau poate cauza înfundarea arzătoarelor.

Tabela 1

Caracteristica	Mostre			
	I	*II*	*III*	*IV*
Greutatea specifică la 15°C	0,974	0,930	0,932	0,931
Viscozitatea E° la 60°C*)	9,6	6,3	6,5	5,8
P.C.I. kcal/kg	9 400	9 400	9 400	9 400
Punct de inflamabilitate °C	164	160	170	160
Punct de congelare °C	19	26	25	20
Imp. mecan. și apă %	0,7	0,5	—	0,5
Cenușă %	0,16	0,08	0,25	0,30
Sulf %	0,84	—	0,70	0,79
Cocs-Conradson	12,6	6,0	5,2	5,8

*) Cu circa 25%.

Viscozitatea ridicată a mostrei *I* a cauzat și ridicarea consumului de abur pentru încălzirea păcurii cu circa 25%.

Cu ocazia încercărilor s-a constatat că pentru obținerea unui jet de formă și granulație

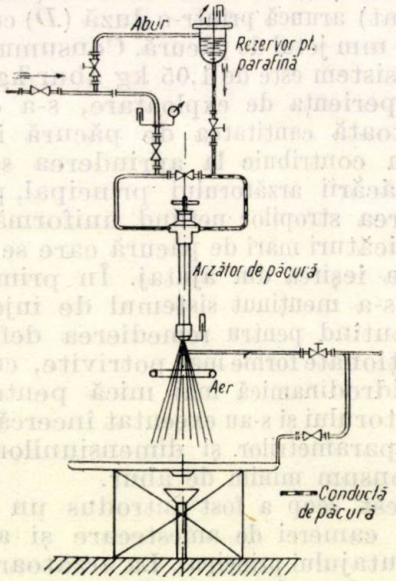


Fig. 8. Dispozitiv pentru încercarea arzătoarelor cu parafină.

potrivită, la un consum mic de abur, respectiv de energie electrică (la sistemul de injectare mecanic), afară de îmbunătățirile constructive aduse arzătorului, mai este importantă și respectarea cîtorva reguli de exploatare-întreținere și anume:

1. Trebuie executat un control calitativ riguros al păcurii cu ocazia recepției. Păcura

cu caracteristici necorespunzătoare nu trebuie introdusă în rezervorul de alimentare al cazanelor decît dacă s-au luat măsurile necesare pentru consumarea acesteia în bune condiții.

2. Trebuie observată forma și stabilitatea flăcării la fiecare pornire a arzătorului, controlînd totodată și eventualele variații ale granulației (scurgeri sau picături mari care se despart de jet). Aceste caracteristici trebuie controlate și în timpul exploatării.

În funcție de cele observate trebuie reglat debitul de abur și păcură, ținînd seama de faptul că mărirea debitului de abur are ca urmare o prelungire a flăcării și o mică scădere a temperaturii din zona de radiație, iar mărirea cantității de păcură poate cauza schimbări bruște în granulația jetului.

3. Presiunea aburului de injectare (respectiv a păcurii) trebuie menținută în tot timpul funcționării arzătoarelor de către personalul de exploatare la valoarea indicată de instrucțiunile tehnice. În orice caz trebuie montate manometre de control, vizibile de la postul fochistului.

4. Înainte și după funcționarea arzătorului, conducta de păcură a acestuia trebuie suflată cu abur sau curățită. Piesele arzătorului trebuie spălate cît mai frecvent (cel puțin o dată pe săptămînă) cu petrol. Dacă se observă o uzură mare a ajutajului sau a pieselor de dirijare a vînei de abur, respectiv păcură, aceste piese trebuie schimbate.

5. Numărul arzătoarelor în funcțiune trebuie dublat pentru ca cu ocazia înfundării acestora să fie posibilă imediata schimbare a lor.

Bibliografie

[1] Rosin P., Rammler E. și Sperling K.: *Problemele granulației prafului de cărbune și importanța acestuia pentru măcinare.* Editura V.D.I., Berlin 1933.

[2] Rammler E. și Glöckner E.: *Completări la nomograma de granulație dublu-logaritmică după Rosin-Rammler și Benett.* Revista Energitechnik nr. 2/1956, p. 59–63 V.E.B. Tehnik Berlin

[3] Hercz G.: *Realizarea reglajului separatorilor pneumatici de praf de cărbune.* Revista Energetică Nr. 5/1955.

[4] Lörincz F.: *Problemele actuale ale focăritului cu păcură.* Revista Magyar Energia Gazdasag Nr. 10/1955, p. 386–390. Editura Tehnică Budapesta

[5] * * *: Revista Chaleur et industrie, anii 1955–1957.

Puterea instalată limită la uzine hidroelectrice fluviale

Ing. *E. RĂZVAN*

Alegerea puterii instalate a uzinelor hidroelectrice este una dintre cele mai însemnate probleme ale proiectării acestor amenajări.

Se știe că valoarea puterii instalate este strîns legată de stabilirea unor importanți parametri energetici și constructivi. În plus, puterea instalată este un element decisiv al participării uzinei în acoperirea graficului de sarcină.

Este deci ușor de înțeles interesul suscitat de metodica de stabilire a puterii instalate și marele număr de studii efectuate în această direcție.

În cele ce urmează se va defini noțiunea de „putere instalată limită", se va indica modul de determinare a ei, precum și importanța practică a acestui parametru.

Fie schema unei uzine hidroelectrice de tip fluvial.

Pentru a defini noțiunea de putere instalată limită, amintim formula puterii la arborele turbinei:

$$N = 9{,}81.QH.\eta \qquad (1)$$

în care:

N este puterea la arborele turbinei, în kW;
Q — debitul uzinat, în m^3/s;
H — căderea totală la turbină, în m;
η — randamentul total al turbinei.

Ținînd seama că, în cazul uzinelor fluviale pierderile de sarcină la intrare sînt neglijabile căderea H se poate lua ca diferența dintre cota amonte și cota aval, se poate scrie:

$$N = 9{,}81\ Q(Z - z). \qquad (2)$$

Or, atît cota amonte Z cît și cota aval z sînt niște funcții de debit Q, așa că în genere:

$$N = F(Q). \qquad (3)$$

De regulă, această funcție este crescătoare, puterea crește o dată cu debitul. Există însă anumite situații în care creșterea debitului nu este însoțită de o creștere corespunzătoare a puterii. Astfel de situații pot apărea la uzinele hidroelectrice construite în albii: aci mărirea debitului este însoțită de scăderea parametrului

H. Uneori, pe cursuri de apă care prezintă mari variații anuale ale nivelelor naturale, această scădere este atît de însemnată, încît poate anula efectul creșterii debitului în expresia (1). Trebuie reținut că, de la o anumită valoare a debitului înainte, produsul QH începe să scadă

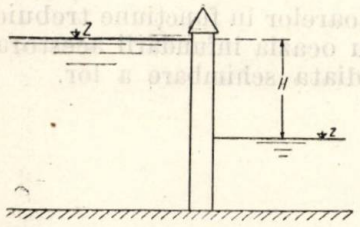


Fig. 1. Schema unei uzine fluviale și notațiile adoptate.

din cauza reducerii căderii. Or, calculele tehnico-economice efectuate pentru un mare număr de situații concrete arată că, toate celelalte condiții rămînînd constante,

— producția de energie a unei amenajări este afectată de reducerea căderii în timpul apelor mari, și aceasta cu atît mai intens, cu cît căderea nominală este mai joasă;

— prețul unitar al echipamentului crește sensibil cu reducerea căderii.

Este, de aceea, important ca puterea instalată să nu rămînă sub o valoare pentru care potențialul cursului de apă n-ar fi folosit și nici să nu depășească o valoare nejustificată economic.

Ținînd seamă de observațiile precedente, se poate defini „putere instalată limită" acea valoare a puterii de la care creșterea debitului duce la o scădere a expresiei $9{,}81\ QH\eta$.

Este evident că, indiferent de ceilalți factori tehnico-economici care intervin la alegerea puterii instalate, aceasta nu va putea depăși puterea instalată limită, astfel definită. Din contră, are sens să se aleagă o putere instalată mai mică decît cea limită, după cum se va arăta.

Determinarea puterii instalate limită se poate face destul de ușor, pornind chiar de la definiția ei și de la expresiile (1—3), cu unele ipoteze simplificatoare.

Într-adevăr, neglijîndu-se într-o primă aproximație variația randamentului cu debitul, ținînd seamă că nivelul aval este o funcție de debit (în genere o parabolă de un grad oarecare), pentru o valoare dată a cotei amonte, menținută constantă, se poate scrie:

$$\eta = \text{const}(Q), \quad Z = \text{const}(Q) \quad z = f(Q) \qquad (4)$$

$$N = 9{,}81.Q\ [Z - f(Q)]. \qquad (5)$$

Această funcție este continuă, univocă și derivabilă în toate punctele (rareori, cu excepția unui punct singular). Conform definiției care s-a dat, puterea instalată limită va fi valoarea maximă a funcției (5). Se poate arăta că aceasta are un maximum, care corespunde rădăcinii reale și pozitive a ecuației:

$$\frac{\partial N}{\partial Q} = Z - f(Q) - Qf'_a = 0, \qquad (6)$$

Fie această rădăcină $\overline{Q}$, iar căderea corespunzătoare ei $\overline{H}$. În acest caz, puterea instalată limită va fi

$$\overline{N} = 9{,}81\ \overline{Q}.\overline{H}.\eta \qquad (7)$$

O determinare analitică a puterii instalate limită este adesea dificilă, din cauză că rareori există la dispoziție expresia analitică a curbei hidrometrice din (4); iar dacă aceasta se obține, totuși, se vădește destul de complicată (de exemplu $z = c + aQ^{\frac{i}{v}}$) ca să facă rezolvarea ecuației (6) foarte laborioasă. De aceea o cale mai simplă de determinare a puterii instalate limită este cea grafo-analitică; într-adevăr, funcția (5) se poate reprezenta prin puncte; odată această funcție reprezentată, $\overline{N}$ se determină cu suficientă precizie, grafic. Pentru a ilustra aceasta, se dă aici un exemplu de calcul pentru condițiile unei amenajări hidroenergetice reale.

Exemplu de calcul: se va determina puterea instalată limită pentru o amenajare avînd caracteristicile următoare:

1. Căderea maximă 10, 20, 30 m; respectiv cote de retenție 47, 57, 67 mdM;

2. Curba hidrometrică $z = f(Q)$, dată conform fig. 2.

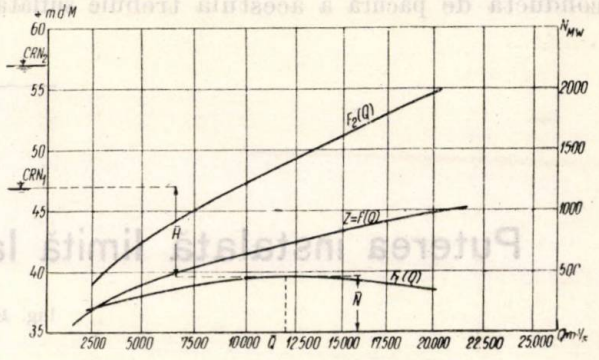


Fig. 2. Determinarea grafo-analitică a puterii instalate limită (exemplu de calcul).

3. Debitul minim (95%): 2 500 m³/s; debitul mediu: 5 320 m³/s; debitul maxim (0,01%): 22 000 m³/s.

Calculele s-au efectuat după metoda indicată (admițîndu-se un randament mediu de calcul $\eta = 0{,}8$) și sînt sintetizate în tabela 1.

Tabela 1

Nr.	Q m³/s	z mdM	$Z_1 = 47$ mdM		$Z_2 = 57$ mdM		$Z_3 = 67$ md M	
			H m	N MW	H m	N MW	H m	N MW
1	2 500	37,00	10,00	200	20,00	400	30,00	600
2	5 000	38,80	8,20	328	18,20	728	28,20	1 130
3	8 000	40,50	6,50	416	16,50	1 060	26,50	1 700
4	10 000	41,50	5,50	440	15,50	1 240	25,50	2 040
5	12 000	42,30	4,70	452	14,70	1 415	24,70	2 370
6	15 000	43,40	3,00	430	13,00	1 630	23,60	2 040
7	20 000	44,80	2,20	355	12,20	1 950	22,20	3 550

De pe curba $F_1(Q)$, construită cu datele din coloanele (2) și (5), se obține valoarea $\overline{N} = 452$ MW, respectiv $\overline{Q} = 12\,000$ m³/s, adică $\overline{Q} = 2{,}25\ Q_{med}$.

Examinîndu-se structura și aspectul funcției $F_1(Q)$, se pot face unele observații:

1. Pentru o cotă amonte dată (fie, de exemplu, 47 mdM), puterea calculată după (5) variază relativ lent, pentru variații importante ale debitului Q, de o parte și de alta a punctului maxim. Deci se poate alege o putere cu cîteva procente mai mici decît cea limită, căreia îi va corespunde însă un debit cu cîteva zeci de procente mai mic decît $\overline{Q}$ și deci un volum de construcții mult mai redus. În speță, pentru $Q = 10\,000$ m³/s $= 0{,}83 \cdot \overline{Q}$ corespunde $N = 440$ MW $= 0{,}95\ \overline{N}$.

2. Pentru o curbă hidrometrică dată, puterea instalată limită este cu atît mai mică, cu cît cota de retenție, este mai coborîtă. Din exemplul dat se vede că deja pentru $Z = 57$ mdM (adică la o cădere de maximum 20 m) puterea instalată limită corespunde la debite hidrologic incompatibile și, deci, puterea instalată se poate mări fără să fie limitată de creșterea nivelelor aval.

Observația (1) de mai sus are un caracter general și poate servi la determinarea aproximativă, dar rapidă, a puterii instalate limită pentru orice amenajare de tip fluvial, în modul următor:

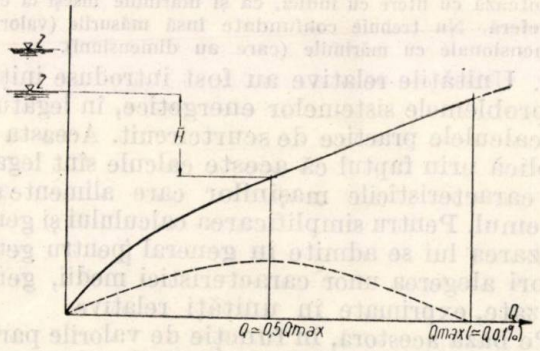


Fig. 3. Metodă aproximativă de determinare rapidă a puterii instalate limită.

Pe curba hidrometrică se fixează un punct corespunzător debitului maxim de calcul Q_{max} (asigurarea acestuia este stabilită prin standarde, în funcție de clasa construcției). Cota corespunzătoare acestuia va fi $\overline{Z}_1$, iar în mod aproximativ $\overline{Q} \cong 0{,}5\ Q_{max}$ (fig. 3). Pentru orice $Z > \overline{Z}_1$, creșterea cotei aval nu mai duce la micșorarea puterii.

Soluția este exactă pentru o expresie particulară a curbei hidrometrice (și anume pentru rădăcina ecuației $1 + m - 2^m = 0$ cuprinsă între 0,5 și 0,75, unde m este exponentul curbei hidrometrice: $Z = a\,Q^m$). Aproximația soluției va fi cu atît mai redusă, cu cît m se va apropia de valoarea indicată aici. În orice caz, aproximația acestei metode nu depășește pe cea a datelor hidrologice de bază.

Este ușor de văzut că noțiunea de putere instalată limită este legată de amenajările de cădere joasă și foarte joasă. Aceste noțiuni nu au fost folosite mai sus, deoarece în mod obișnuit ele sînt definite destul de vag. După unele formulări, acestea ar fi amenajările echipate cu turbine Kaplan sau elicoidale (respectiv ar fi limitate la circa 30 m), definiție care nu e riguroasă, deoarece turbine Kaplan pot funcționa la căderi mult mai înalte de 30 m. De altfel, determinarea corectă a domeniului de folosire a turbinelor se face mai curînd după coeficientul de rapiditate. După alți autori, amenajările de joasă cădere se definesc prin raportul $H/Q < 0{,}1$; această definiție este pur convențională și nu are un sens fizic. De aceea se propune puterea instalată limită, tocmai pentru a defini amenajările de joasă cădere: acestea ar fi amenajările pentru care mărirea puterii instalate începe să fie limitată de creșterea biefului aval.

Dar noțiunea de „putere instalată limită" poate fi utilă și în mod mai direct pentru calculele de alegere preliminară a puterii la uzinele hidroelectrice fluviale de joasă cădere.

Desigur, în cazul uzinelor mari, care funcționează într-un sistem energetic complex, în calcule nu trebuie să se țină seama și de mulți alți factori (curbele de sarcină actuale și de perspectivă, curbele de asigurare ale debitelor și căderilor, costul energiei înlocuibile etc.). În aceste cazuri, valoarea puterii instalate limită reprezintă doar o mărime informativă, care arată pînă unde se poate merge cu mărirea puterii instalate și ajută la justificarea puterii alese.

O aplicație practică mai directă își găsește noțiunea de putere instalată limită la calculele hidroenergetice pentru centralele de căderi joase și foarte joase (3 ÷ 7 m) și de putere mică (și în special a celor care funcționează izolate de sistem). Astfel de amenajări, deși mici ca putere individuală, au un rol economic important în utilizarea rațională a resurselor naturale și pentru electrificarea satelor.

Pentru ca astfel de amenajări să devină rentabile, este însă nevoie de elaborarea unor construcții și echipamente de un tip nou. Acest din urmă aspect al hidrocentralelor de joasă cădere ridică probleme noi și care trebuie tratate în mod separat.

Bibliografie

[1] * * * Izvestia Akademii Nauk SSSR, 1948, nr. 6.

[2] Morozov A.: *Utilizarea energiei apelor.* Editura Tehnică, 1952

[3] Verdelhaen J.: *Aménagements de basse chute et de faible puissance* Bulletin SFE, 1957, VII.

Asupra folosirii unităţilor relative în problemele sistemelor electrice

Ing. E. PAVEL

1. În ultimul timp, în rezolvarea problemelor sistemelor electrice se utilizează în mod curent unităţile relative, ca urmare a unor importante avantaje pe care acestea le oferă în calcul. La început, sistemul de unităţi relative a fost introdus în studiul maşinilor electrice, deoarece a permis generalizarea uşoară a caracteristicilor de funcţionare, putîndu-se astfel compara între ele diferite maşini de diferite tipuri şi diferiţi parametri. Mai tîrziu, folosirea unităţilor relative s-a extins la studiul regimurilor tranzitorii ale maşinilor electrice şi, în legătură cu aceasta, la studiul regimurilor reţelelor şi sistemelor electrice. Aceasta s-a datorat simplificării scrierii ecuaţiilor proceselor tranzitorii, în special a celor exprimate în formă operaţională.

2. Uneori pentru sistemul de unităţi relative se foloseşte expresia „adimensional". Aceasta poate produce confuzii atît în interpretarea cît şi în folosirea practică a unităţilor relative şi de aceea este necesară o precizare a sensului lor fizic.

Se ştie că orice mărime fizică se poate exprima prin produsul dintre măsura (sau valoarea) mărimii şi unitatea de măsură. Mărimea şi unitatea sînt noţiuni fizice. Măsura (sau valoarea), fiind un raport între două mărimi de acelaşi fel, este un simplu număr fără dimensiune fizică. Pentru stabilirea unui sistem de unităţi se alege arbitrar şi convenţional numărul minim de unităţi fundamentale, conform relaţiei

$$n = m - p$$

în care m este numărul mărimilor, iar p numărul relaţiilor fundamentale care leagă acele mărimi. De exemplu, în Electrotehnică, sistemul de unităţi, adoptat azi în R.P.R., prin standardul de stat, este sistemul MKSA, care corespunde sistemului dimensional L M T I. Acesta se bazează pe un sistem de etalonare ales şi definit corespunzător.

Spre deosebire de sistemele de unităţi „absolute"*) sistemul de unităţi relative nu se bazează pe un sistem de etaloane. Ca unităţi fundamentale şi derivate se aleg de obicei mărimi convenabile, legate de parametrii sau caracteristicile maşinilor sau instalaţiilor studiate. De aceea un sistem de unităţi relative nu poate fi de sine stătător, ci presupune admiterea în prealabil a exprimării mărimilor respective într-un sistem de unităţi „absolut". Unităţile alese în sistemul de unităţi relative se numesc de obicei „mărimi de bază" sau „mărimi de referinţă".

*) În acest articol, prin sistem de unităţi „absolute" înţelegem sistemul de unităţi bazat pe un sistem de etaloane.

Alegerea arbitrară, însă convenabilă, a mărimilor de bază poate duce la simplificări esenţiale în scrierea diferitelor ecuaţii. De obicei, simplificarea rezultă în urma transformării ecuaţiilor de mărimi în ecuaţii de valori (măsuri), care aşa cum am văzut reprezintă numere fără dimensiune fizică. Deci astfel de ecuaţii sînt adimensionale. În scopul aplicării şi interpretării juste a sistemului de unităţi relative, este necesar să se respecte anumite reguli în scrierea ecuaţiilor respective.

Astfel :

a) Numărul mărimilor de bază fundamentale se stabileşte după regula stabilirii unităţilor fundamentale în sistemele „absolute" :

$$n = m - p \text{ (ca mai sus).}$$

b) Mărimile de bază derivate se obţin cu ajutorul relaţiilor fizice.

c) Se pot alege pentru aceeaşi mărime fizică (curent electric etc) simultan mai multe mărimi de bază dacă acestea se referă la circuite diferite, interdependente. (De exemplu în circuite electrice cuplate magnetic).

d) Măsurile mărimilor, care intră în ecuaţiile studiate, se notează cu litere cu indici, ca şi mărimile însele la care se referă. Nu trebuie confundate însă măsurile (valorile) adimensionale cu mărimile (care au dimensiuni).

3. Unităţile relative au fost introduse iniţial în problemele sistemelor energetice, în legătură cu calculele practice de scurtcircuit. Aceasta se explică prin faptul că aceste calcule sînt legate de caracteristicile maşinilor care alimentează sistemul. Pentru simplificarea calculului şi generalizarea lui se admite în general pentru generatori alegerea unor caracteristici medii, generalizate, exprimate în unităţi relative.

Pe baza acestora, în funcţie de valorile particulare ale parametrilor sistemului energetic respectiv se poate obţine valoarea curentului de scurtcircuit în unităţi relative. În U.R.S.S., încă din 1940 [1] s-au întocmit curbele de calcul pentru generatoarele de construcţie proprie. Iniţial, aceste curbe se numeau „curbe de amortizare" sau „curbe de decrement". Odată cu introducerea în calcul a regulatoarelor de tensiune, aceste denumiri nu mai reflectă adevăratul caracter al procesului de scurtcircuit.

Pentru construirea curbelor de calcul s-a întocmit o schemă electrică, cu ajutorul parametrilor medii ai generatoarelor, fixîndu-se diferite valori ale reactanţei de scurtcircuit. Curbele sînt construite pînă la o valoare calculată a reactanţei în unităţi relative $x_{calc} = 3$, deoarece, cînd $x_{calc} > 3$ componenta periodică a curentului de scurtcircuit variază atît de puţin, încît valoarea ei iniţială poate fi considerată constantă. Justificarea generalizării curbelor pentru toate maşinile constă în aceea că deosebirile dintre diferitele tipuri de maşini sînt

relativ mici și cu atît mai mici cu cît crește reactanța x_{calc} .

Sistemul de unități relative în acest caz se stabilește conform regulilor arătate la punctul 2. Astfel:

— mărimile folosite în calculul practic al curenților de scurtcircuit sînt: U I S x.

— relațiile fundamentale care leagă aceste mărimi în sistemele trifazate:

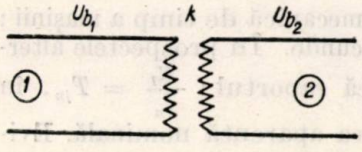
$$S = \sqrt{3}\, UI \tag{1}$$

$$x = \frac{U}{\sqrt{3}\, I} . \tag{2}$$

Deci numărul de mărimi de bază fundamentale este:

$$n = m - p = 4 - 2 = 2$$

Pentru a putea folosi curbele de calcul se aleg ca mărimi de bază puterea aparentă nominală a generatoarelor (sau puterilor generatoarelor cînd sînt mai multe) și tensiunea nominală a acestora (S_b și U_b). Rezultă atunci:



$$I_b = \frac{S_b}{\sqrt{3}\, U_b} \tag{3}$$

$$x_b = \frac{U_b^2}{S_b} . \tag{4}$$

Fig. 1

Este important de observat că în schemele complexe care conțin cuplaje magnetice (prin transformatoare), fiecare circuit legat galvanic are mărimile de bază proprii. Astfel în schema din fig. 1, în care există cuplajul magnetic cu raportul de transformare k, relațiile dintre mărimile de bază din circuitul *1* și cele din circuitul *2* sînt:

$U_{b_2} = k\, U_{b_1}$ (obținute prin relația de definiție a raportului de transformare)
$S_{b_2} = S_{b_1}$

$$I_{b_2} = \frac{S_{b_2}}{\sqrt{3}\, U_{b_2}} = \frac{S_{b_1}}{\sqrt{3}\, kU_{b_1}} = \frac{1}{k} I_{b_1} \tag{5}$$

$$x_{b_2} = \frac{U_{b_2}^2}{S_{b_2}} = \frac{k^2\, U_{b_1}}{S_{b_1}} = k^2\, x_{b_1} . \tag{6}$$

De obicei, pentru evitarea complicațiilor de calcul, se procedează în practică la reducerea schemei electrice la aceeași tensiune (transformarea într-o schemă echivalentă). Noua schemă echivalentă obținută prin regulile cunoscute din teoria rețelelor electrice nu conține cuplaje magnetice și deci mărimile de bază se aleg ca la circuitele legate galvanic.

Măsurile unităților relative se notează cu un semn distinctiv (de obicei o steluță) și se obțin cu ajutorul relațiilor:

$$U_* = \frac{U}{U_b}, \qquad S_* = \frac{S}{S_b},$$
$$I_* = \frac{I}{I_b}, \qquad x_* = \frac{x}{x_b} \text{ etc} \tag{7}$$

Trecerea de la un sistem de unități relative la altul cu o altă bază se face cu ajutorul relațiilor:

$$U_{*(m)} = U_{*(n)} \frac{U_{b(n)}}{U_{b(m)}}$$

$$S_{*(m)} = S_{*(n)} \frac{S_{b(n)}}{S_{b(m)}}$$

$$I_{*(m)} = I_{*(n)} \frac{S_{b(n)}\, U_{b(m)}}{S_{b(n)}\, U_{b(n)}} \tag{8}$$

$$x_{*(m)} = x_{*(n)} \frac{S_{b(n)}\, U_{b(n)}^2}{S_{b(n)}\, U_{b(m)}^2}$$

În cazul cînd nu se poate face nici o confuzie, măsurile unităților relative pot fi scrise fără nici un semn distinctiv.

4. În studiul proceselor electromecanice, sistemul de unități relative se lărgește prin introducerea unor noi mărimi: timpul, unghiul, viteza, accelerația și așa mai departe.

Trecerea de la o formă de scriere la alta în procesele electromagnetice și electromecanice se face uneori cu dificultăți și de aceea este necesară o atenție deosebită în efectuarea operațiilor.

În acest caz, este necesar să se aleagă o mărime de bază fundamentală suplimentară. Se alege de obicei ca astfel de mărime timpul.

În sistemul obișnuit, unitatea de măsură pentru timp este secunda. Ea este legată de rotirea pămîntului în jurul axei lui și este egală cu $\frac{1}{86400}$ din ziua solară, mijlocie. Se înțelege că în studiul proceselor electromecanice care sînt legate de rotirea rotorilor generatoarelor, este mai natural să se folosească o unitate legată de rotirea rotorilor generatoarelor. De aceea se alege ca mărime de bază timpul în care rotorul generatorului, care se rotește cu viteza de sincronism, se deplasează cu un radian. Rezultă deci:

$$t_b = \frac{1}{\omega_0} . \tag{9}$$

Se obișnuiește ca această unitate de măsură de timp să se numească radian.

Atunci:

$$t_* = \frac{t_s}{t_b} = \omega_0\, t_s \tag{10}$$

În cazul frecvenței de 50, $\omega_0 = 314$, deci:

$$t_* = 314\, t_s . \tag{11}$$

Rezultă atunci, pe baza relațiilor fizice, unitățile de bază pentru mărimile derivate. Observăm că pentru unghi se folosește noțiunea „unghi electric", legat de „unghiul geometric" prin relația:

$$\delta_{el} = p\, \delta_{geom} \tag{12}$$

unde p este numărul de perechi de poli al mașinii sincrone respective.

Cu ajutorul mărimilor de mai sus, putem deduce mărimile derivate — viteza unghiulară și accelerația unghiulară.

Astfel viteza unghiulară relativă a mișcării rotorului față de viteza de sincronism (considerînd unghiuri electrice) este :

$$\frac{d\delta_{el}}{dt} = \Delta\omega = \omega - \omega_0 \,. \qquad (13)$$

Dacă exprimăm în unități relative

$$\Delta\omega_* = \frac{1}{\omega_0}\frac{d\delta_{el}}{dt} \qquad (14)$$

sau :

$$\Delta\omega_* = \omega_* - 1 = \frac{d\delta}{dt_*} \,. \qquad (15)$$

Este evident că viteza unghiulară relativă „geometrică" exprimată în unități relative este egală cu viteza unghiulară relativă „electrică" — exprimată în unități relative

$$\Delta\Omega_* = \frac{\Delta\Omega}{\Omega_0} = \frac{\Delta\omega}{\omega_0} = \Delta\omega_* \qquad (16)$$

În mod analog se determină și expresia accelerației relative

$$\alpha = \frac{d\Delta\Omega}{dt} = \frac{\Delta M}{J} \qquad (17)$$

unde :

ΔM este variația momentului de rotație ;
J — momentul de inerție ;
$\Delta\Omega$ — viteza unghiulară relativă „geometrică".

Expresia (17) se mai poate scrie și sub forma

$$\frac{d\Delta\Omega}{dt} = \frac{\Delta M\Omega_0^2}{2\left(\frac{J\Omega_0^2}{2}\right)} = \frac{\Delta M}{K_j}\Omega_0^2 \qquad (18)$$

unde $\frac{J\Omega_0^2}{2}$ este energia cinetică a rotorului la turația Ω_0. Mărimea K_j este egală cu dublul valorii energiei cinetice a rotorului la turația ω_0 și se numește constantă de inerție *) .

Expresia (18) se transformă ușor trecînd de la unghiuri geometrice la unghiuri electrice și de la momente la puteri.

Substituind :

$$\Delta\Omega = \frac{\Delta\omega}{p} \,; \qquad \Omega_0 = \frac{\omega_0}{p} \,; \qquad \Delta M = \frac{\Delta P}{\Omega_0} \,.$$

Obținem :

$$\alpha = \frac{d\Delta\omega}{dt} = \frac{\Delta P}{K_j}\omega_0 \,. \qquad (19)$$

Dacă exprimăm :

ΔP în kW
K_j în kWs ;
δ în radiani electrici ;
t în secunde ;

*) Dacă ΔM se exprimă în kW s ; J în kW s² ; $\Delta\Omega$ în rad/s, atunci K_j se exprimă în kWs.

și considerăm :

$$f_0 = 50 \text{ Hz}$$

$$\alpha = 314\,\frac{\Delta P}{k_j}\left[\frac{\text{rad el}}{\text{s}^2}\right] \,. \qquad (20)$$

Dacă exprimăm

δ în grade electrice

$$\alpha = 18\,000\,\frac{\Delta P}{K_j}\left[\frac{\text{grade el}}{\text{s}^2}\right] \,. \qquad (21)$$

Împărțind în expresia (19) numărătorul și numitorul cu mărimea de bază a puterii.

$$\alpha = \frac{\frac{\Delta P_*}{K_j}}{S_b}\omega_0 \qquad (22)$$

Raportul $\frac{K_j}{S_b}$ se notează de obicei cu T_j și se numește constanta mecanică de timp a mașinii : ea se exprimă în secunde. În prospectele alternatoarelor se indică raportul : $\frac{K_j}{S_n} = T_{jn}$, în care S_n este puterea aparentă nominală. Evident

$$T_j = T_{jn}\frac{S_n}{S_b} \,. \qquad (23)$$

În foarte multe cazuri se indică pentru mașini mărimea GD^2 (măsurată în t m²). Atunci, determinăm valoarea T_j prin expresia :

$$T_j = \frac{2{,}74\,GD^2\,n^2}{1\,000\,S_b} \qquad (24)$$

unde :

GD^2 este în tm² ;
n — turația în rot/min ;
S_b — puterea de bază în KVA ;
T_j — în s.

Dacă exprimăm și constanta mecanică de timp în unități relative T_j (s) $= \frac{T_{j*}}{\omega_0}$, cu ajutorul expresiei (22) putem scrie :

$$\alpha_* = \frac{\Delta P_*}{T_{j*}} \qquad (25)$$

5. Un caz mai special în alegerea mărimilor de bază îl reprezintă mărimile din circuitele rotorilor mașinilor sincrone ale sistemelor energetice. Alegerea judicioasă a acestora poate duce la simplificări simțitoare a diferitelor relații. De obicei, în cazul cînd se examinează mașini sincrone legate de un sistem de bare de putere infinită, mărimile se leagă de valorile care au

loc la mersul în gol al mașinii și la tensiunea nominală a statorului. Ținînd seama de aceasta :

— Mărimea de bază pentru curentul rotoric

$$I_{e_b} = \frac{U_n \sqrt{2}}{\omega L_{ed}} \quad . \tag{26}$$

unde :

U_n este tensiunea nominală a statorului ;
L_{ed} — coeficientul de inducție mutuală dintre înfășurarea statorică și cea rotorică ;
I_{e_b} — curentul rotoric de bază.

Cu alte cuvinte, mărimea de bază pentru curentul rotoric este valoarea curentului rotoric, care induce în circuitul deschis al statorului — la viteza de sincronism — o forță electromotoare egală cu tensiunea nominală a mașinii sincrone.

Celelalte mărimi ale rotorului rezultă analog

$$U_{e_b} = I_{e_0} R_e \tag{27}$$

etc.

Uneori mărimile de bază pentru circuitul statorului se leagă de valorile care au loc la funcționarea în sarcină a mașinii, și anume se alege ca mărime de bază pentru curentul rotoric acea valoare care induce — la viteza de sincronism — un flux învîrtitor cu repartiție sinusoidală echivalent cu fluxul învîrtitor indus de curenții statorici de bază (nominali). În acest caz :

$$I_{e_b} = \frac{3}{2} K \frac{W_{st}}{W_r} I_{st_b} \quad . \tag{28}$$

Mărimea de bază pentru tensiunile circuitelor rotorice se alege egală cu valoarea tensiunii induse în circuitul respectiv de către fluxul de bază al statorului

$$U_{e_b} = \frac{W_r}{W_{st}} U_{st_b} \tag{29}$$

Unde :

W_r este numărul de spire rotorice ;
W_{st} — numărul de spire statorice.

De asemenea, celelalte mărimi de bază, rezultă ca mărimi derivate.

6) Pentru a ilustra avantajele sistemului de unități relative în scrierea ecuațiilor sistemelor energetice, în cazul alegerii în mod convenabil a mărimilor de bază, analizăm un exemplu simplu, și anume considerînd cazul unei mașini sincrone cuplate la un sistem energetic.

Ne propunem să stabilim ecuațiile de bază pentru analizarea regimurilor tranzitorii. După cum se știe — dacă luăm în considerație mașina sincronă în cazul general, adică avînd înfășurare de amortizare și fiind cu poli aparenți (reluctanțe diferite pe cele două axe — directă și inversă) și dacă ținem seama de teoria celor două reacții, mărimile variabile care intră în joc sînt :

— 4 tensiuni u_d ; u_q ; u_0 ; u_e *)
— 6 curenți i_d ; i_q ; i_0 ; i_e ; i_D ; i_Q
— 6 fluxuri ψ_d ; ψ_q ; ψ_0 ; ψ_e ; ψ_D ; ψ_Q
— unghiul θ
— momentul mecanic exterior M.

Ecuațiile dintre aceste mărimi scrise în unități absolute au forma următoare :

$$u_d = - R_{st} i_d - \frac{d \psi_d}{dt} + \psi_q \frac{d\theta}{dt} \tag{30}$$

$$u_q = - R_{st} i_q - \frac{d \psi_q}{dt} - \psi_d \frac{d\theta}{dt} \tag{31}$$

$$u_0 = - R_{st} i_0 - \frac{d \psi_0}{dt} \tag{32}$$

$$u_e = - R_e \; i_e - \frac{d\psi_e}{dt} \tag{33}$$

$$0 = R_a \, i_D + L_{DD} \, \omega_0 \frac{d \psi_D}{dt} \tag{34}$$

$$0 = R_a \, i_Q + L_{QQ} \, \omega_0 \frac{d \psi_Q}{dt} \tag{35}$$

$$M = \psi_q \, i_d - \psi_d \, i_q + Tj \frac{d^2 \theta}{d t^2} \tag{36}$$

$$\psi_d = i_d \, L_{dd} + i_D \, L_{Dd} - i_e \, L_{ed} \tag{37}$$

$$\psi_q = i_q \, L_{qq} + i_Q \, L_{Qq} \tag{38}$$

$$\psi_0 = i_0 \, L_0 \tag{39}$$

$$\psi_e = - i_d \, L_{de} - i_D \, L_{De} + i_e \, L_{ee} \tag{40}$$

$$\psi_D = i_d \, L_{dD} + i_D \, L_{DD} - i_e \, L_{eD} \tag{41}$$

$$\psi_Q = i_q \, L_{qQ} + i_Q \, L_{QQ} \tag{42}$$

(L_{mn} este inductivitatea mutuală sau proprie a circuitelor care intră în joc, conform indicilor). Alegem — ca mărimi de bază :

— Pentru stator :

$$U_{st\,b} = U_n \sqrt{2} \tag{43}$$

$$I_{st\,b} = I_n \sqrt{2} \tag{44}$$

$$\psi_{st\,b} = \frac{U_n \sqrt{2}}{\omega_0} \tag{45}$$

$$R_{st\,b} = \frac{U_n}{I_n} \tag{46}$$

$$t_b = \frac{1}{\omega_0} \tag{47}$$

$$M_b = \frac{2}{3} \frac{\delta_n}{\omega_0} \tag{48}$$

*) Indicii corespund precum urmează :
d — înfășurarea statorică pe axa longitudinală ;
q — idem pe axa transversală ;
e — înfășurarea de excitație ;
D — înfășurarea de amortizare pe axa longitudinală ;
Q — idem pe axa transversală ;
0 — mărimi homopolare.

Pentru circuitul de excitație :

$$I_{eb} = \frac{U_n \sqrt{2}}{\omega_0 L_{ed}} \tag{49}$$

$$\psi_{eb} = I_{eb} L_{ee} = \frac{U_n \sqrt{2}}{\omega_0 L_{ed}} L_{ee} \tag{50}$$

$$U_{eb} = I_{eb} R_e = \frac{U_n \sqrt{2}}{\omega_0 L_{ed}} R_e \tag{51}$$

— Pentru circuitul de amortizare :
(prin analogie cu circuitul de excitație)

$$I_{Db} = \frac{U_n \sqrt{2}}{\omega_0 L_{Dd}} \tag{52}$$

$$I_{Qb} = \frac{U_n \sqrt{2}}{\omega_0 L_{Qq}} \tag{53}$$

$$\psi_{Db} = \frac{U_n \sqrt{2}}{\omega_0 L_{Dd}} L_{DD} \tag{54}$$

$$\psi_{Qb} = \frac{U_n \sqrt{2}}{\omega_0 L_{Qq}} L_{QQ} \tag{55}$$

— Introducem coeficienții de dispersie σ precum și coeficienții μ definiți ca mai jos

$$\sigma_{ad} = 1 - \frac{L_{aD} L_{Dd}}{L_{dd} L_{DD}} \tag{56}$$

etc.

$$\mu_d = 1 - \frac{L_{aD} L_{ed}}{L_{dd} L_{eD}} \tag{57}$$

etc.

De asemenea introducem și constantele de timp :

$$T_e = \frac{L_{ee}}{R_e} \; ; \quad T_D = \frac{L_{DD}}{R_D} \; ; \quad T_Q = \frac{L_{QQ}}{R_Q} \; . \tag{58}$$

Expresiile (30) . . . . (42) scrise în unități relative capătă o formă mult mai comodă pentru calcul, astfel :

$$u_{d*} = - R_{st*} i_{d*} - \frac{d\psi_{d*}}{dt_*} + \psi_{q*} \frac{d\theta}{dt_*} \tag{59}$$

$$u_{q*} = - R_{st*} i_{q*} - \frac{d\psi_{q*}}{dt_*} - \psi_{d*} \frac{d\theta}{dt_*} \tag{60}$$

$$u_{0*} = - R_{st*} i_{0*} - \frac{d\psi_{0*}}{dt_*} \tag{61}$$

$$u_{e*} = i_{e*} + T_{e*} \frac{d\psi_{e*}}{dt_*} \tag{62}$$

$$0 = i_{D*} + T_{D*} \frac{d\psi_{D*}}{dt_*} \tag{63}$$

$$0 = i_{Q*} + T_{Q*} \frac{d\psi_{Q*}}{dt_*} \tag{64}$$

$$M_* = \psi_{Q*} i_{d*} - \psi_{d*} i_{Q*} + T_{j*} \frac{d^2\theta}{dt_*^2} \tag{65}$$

$$\psi_{d*} = i_{d*} x_{d*} + i_{D*} - i_{e*} \tag{66}$$

$$\psi_{q*} = i_{q*} x_{q*} + i_{Q*} \tag{67}$$

$$\psi_{0*} = i_{0*} x_{0*} \tag{68}$$

$$\psi_{e*} = -i_{d*} x_{d*} (1-\sigma_{de}) - i_{d*} (1-\mu_e) + i_{e*} \tag{69}$$

$$\psi_{D*} = i_{d*} x_{d*} (1-\sigma_{dD}) - i_{e*} (1-\mu_D) + i_{D*} \tag{70}$$

$$\psi_{Q*} = i_{q*} x_{q*} (1 - \sigma_q) + i_{Q*} \tag{71}$$

Ecuațiile (59)... (71) se pretează la o aplicare ulterioară a calculului operațional, în scopul rezolvării sistemului ; se ajunge în acest fel la ecuațiile operaționale cunoscute pentru regiunile tranzitorii ale sistemelor energetice cu mașini sincrone.

Concluzii

Avantajele folosirii unităților relative, cu problemele sistemelor electrice, au impus introducerea lor pe scară largă, în problemele de scurtcircuite, de regimuri stabilizate și mai ales tranzitorii.

Principalele avantaje sînt :

— posibilitatea de generalizare a problemelor și

— posibilitatea scrierii expresiilor analitice în fome convenabile, în funcție de alegerea mărimilor de bază ; este necesar, însă, să se respecte regulile în aplicarea pentru a se evita erori posibile.

Bibliografie

[1] Ulianov S. A. : *Tochi korotcovo zamikaniia v electriceskih sistemah* Gosenergoizdat 1952.

[2] Jdanov P. S. : *Ustoicivosti elektriceschih* sistem. Gosenergoizdat 1948.

[3] Venikov V. A. : *Elektromehaniceskie perehodnie proțest v elektriceschih sistem.* Gosenergoizdat Moscova-Leningrad 1958.

[4] Taft V. A. : *Electriceschie țepi s periodiceski izmeniaiuşcimsia parametrami i perehodnie proțest v sinhronih maşinah.* Izdatelstvo Akademii Nauk S.S.S.R. Moskva 1958.

[5] Gorev A. A. : *Perehodnie proțest sincronoi maşin* Gosenergoizdat Moskva — Leningrad 1950.

[6] Laible Th. : *Teoria sinhronoi maşini pri perehodnîh proțesah* (tradus din limba germană) Gosenergoizdat 1949.

[7] Nedelcu V.N. : *Sistemele de unități relative folosite în teoria mașinii sincrone* — Electrotehnica V (1957) pag. 106.

Unele aspecte actuale în problema coordonării izolaţiei

Ing. *D. MARC*

Termenul de coordonarea izolaţiei este un termen relativ nou în electrotehnică. În privinţa nivelelor de izolare (prin nivel de izolare înţelegînd acea tensiune care, aplicată instalaţiei respective, nu duce la conturnarea ei), au existat preocupări încă din cele mai vechi timpuri ale construcţiei de aparate electrice, însă aceste preocupări nu erau sistematizate, nu cuprindeau ansamblul sistemelor electroenergetice, ci se opreau la aparatul respectiv. Abia în 1930 apar în S.U.A. primele preocupări mai intense, legate de încercarea materialelor electrice pentru instalaţii de înaltă tensiune, la tensiune de şoc. Paralel cu aceasta, încep şi în U.R.S.S. încercări cu tensiune de şoc, în laboratoarele de înaltă tensiune. În anul 1941 apar primele reguli de încercări în S.U.A. În introducerea la aceste reguli apare termenul de coordonarea izolaţiei, totuşi în text se vorbeşte doar de nivelele de izolare („bazic insulation levels").

Începînd cu anul 1948, Comisia Electrotehnică Internaţională (C.E.I.) îşi ia ca sarcină elaborarea unor norme de coordonare a izolaţiei. Pînă la această dată au apărut şi în alte ţări norme pentru stabilirea nivelelor de izolare, în aşa fel încît munca CEI s-a putut baza pe un material documentar destul de vast şi pe experienţa de exploatare a aparatajului creat după norme diferite.

În 1954 apar directivele CEI cu privire la coordonarea izolaţiei (Publicaţia nr. 71 „Dirèctives pour la coordonation de l'isolement").

Această publicaţie trimisă tuturor ţărilor afiliate la CEI a adus multe precizări noi în problema coordonării izolaţiei şi pentru ţara noastră, care prin Comitetul Electrotehnic Romîn este afiliată la CEI. Studierea materialului CEI este deosebit de importantă, cu atît mai mult cu cît pînă în prezent noi nu avem norme proprii de coordonarea izolaţiei.

În cele ce urmează vom trece pe scurt în revistă unele aspecte principale legate de problema coordonării izolaţiei, precum şi unele măsuri care considerăm că trebuie luate în această direcţie.

Sub termenul de *„coordonarea izolaţiei unei instalaţii electrice", se înţelege totalitatea măsurilor care se iau pentru preîntîmpinarea străpungerii izolaţiei sub acţiunea supratensiunilor şi orientarea conturnărilor datorite supratensiunilor, în cazul cînd acestea nu pot fi preîntîmpinate prin mijloace acceptabile din punct de vedere economic — în punctele unde ele nu pericliteză instalaţia, sau aduc pagube neînsemnate.*

Din cele arătate mai sus rezultă că punctul de plecare pentru o justă coordonare a izolaţiei unei instalaţii este studierea supratensiunilor în instalaţia respectivă.

Înainte de a trece la analizarea supratensiunilor, să ne oprim asupra tensiunii normale de funcţionare a unui sistem electroenergetic.

Din punct de vedere al nivelului izolaţiei, mărimea care ne interesează este tensiunea maximă de funcţionare. Această tensiune a fost fixată (istoric) în diferite ţări, în mod diferit. Astfel în U.R.S.S. ea este cu 10% mai mare decît tensiunea nominală, în S.U.A. numai cu 5%, în Elveţia cu 15%, în Anglia tot cu 10%. Comisia Electrotehnică Internaţională a încercat să standardizeze sistemele de tensiuni pe baza tensiunilor maxime de funcţionare.

În prezent s-a ajuns în acest fel la un acord pentru toate ţările, cu excepţia S.U.A., care nu au putut să-şi normalizeze la tensiunile mai mici de 52 kV gama tensiunilor după cea europeană. Din această cauză, de la această tensiune în jos s-a adoptat o gamă de tensiuni separată pentru S.U.A. În tabela 1 se dau valorile tensiunilor standardizate de CEI.

Un alt aspect important din punct de vedere al izolaţiei este tensiunea pe fază (faţă de pămînt), legată direct de modul de tratare a neutrului.

Sistemele cu neutrul izolat admit în general funcţionarea timp îndelungat a instalaţiei cu punere la pămînt pe o fază. În acest caz, pe fazele sănătoase tensiunea faţă de pămînt se ridică pînă la valoarea tensiunilor între faze. Sistemele cu neutrul compensat admit acelaşi regim de funcţionare ca şi cele cu neutrul izolat.

Sistemele cu neutrul legat la pămînt pot fi legate direct la pămînt, sau prin intermediul unei rezistenţe sau reactanţe.

La punerea la pămînt a unei faze, în cazul punerii directe la pămînt, tensiunea pe fazele sănătoase depinde de raportul dintre impedanţa homopolară şi directă a sistemului.

În cazul cînd la o punere la pămînt a unei faze tensiunea pe fazele sănătoase se ridică la o valoare mai mare de 80% din tensiunea între faze, sistemul se defineşte ca fiind ineficace legat la pămînt. În cazul cînd valoarea tensiunii nu depăşeşte 80% din tensiunea între faze, avem de-a face cu un sistem cu neutrul legat la pămînt în mod eficace.

Punerea la pămînt eficace se asigură pentru valoarea rapoartelor $\frac{X_0}{X_1} < 3$ şi $\frac{R_0}{X_1} < 1$, indicii

0 și 1 referindu-se la sistemul homopolar și direct. Aceste rapoarte se asigură mai ușor la tensiuni mai înalte, pentru care reactanțele au în general valori mai mari.

50 și 1000 Hz. În practică, pentru definirea mărimii supratensiunilor interne se indică raportul dintre supratensiune și tensiunea nominală pe fază.

Tabela 1

Valorile standardizate ale tensiunilor maxime și nominale pe baza datelor C.E.I

Țările europene		*S.U.A.*		*Pentru toate țările*	
Tensiunea maximă kV	Tensiunea nominală kV	Tensiunea maximă kV	Tensiunea nominală kV	Tensiunea maximă kV	Tensiunea nominală kV
3,6(3,63)	3,0(3,3)	2,75 2,75/4,76 5,5	2,4 2,4/4,16 4,8	72,5 (72,6)	60 ;(66) ;69
7,2(7,26)	6,0(6,6)	8,25 5,5/9,52	7,2 4,8/8,32	100	80 ;88 ;90
12,0(12,1)	10(11)	13,2 7,92/13,7 14,5 8,32/14,5	12 7,2/12,5 13,2 7,6/13,2	123	100 ;110 ;115
17,5	15	15,5	14,4	145(145)	120 ;(132) ;138
24,0(24,2)	20(22)	25,8 31	23 27,6	170	150 ;161
36,0(36,3)	30(33)	38	34,5	245	220 ;225 ;230
52	45,44	48	46	300(300)	(275) ;287,5
				400	380

Supratensiunile se definesc ca fiind creșteri accidentale ale tensiunilor instalațiilor electrice deasupra valorilor maxime de funcționare. Ele se împart în două categorii: supratensiuni externe și supratensiuni interne.

Supratensiunile externe sînt în general supratensiuni atmosferice. Cazul trecerii unei tensiuni mai ridicate prin rețea cu tensiune mai joasă prin atingeri accidentale între linii nu va fi tratat aici. Ele se numesc externe deoarece valoarea lor este independentă de valoarea tensiunii normale de funcționare a sistemului. Ca formă, supratensiunile atmosferice au forma șocurilor de scurtă durată.

Supratensiunile interne sînt în schimb foarte strîns legate de tensiunea și frecvența de serviciu, precum și de configurația sistemului. Ele sînt variate ca formă, avînd în general durată mai lungă. În majoritatea cazurilor ele au un caracter de oscilații, cu frecvențe cuprinse între

Cele mai tipice supratensiuni interne sînt:

a) *Supratensiuni de comutație la deconectarea transformatoarelor în gol.* Acest tip de supratensiuni depinde foarte mult de caracteristicile întreruptorului folosit și de capacitatea transformatorului. Calculul supratensiunilor care pot să apară este foarte greu de efectuat, chiar și pentru cazuri de rețea simplificată, deoarece în general nu e cunoscută curba de reaprindere a arcului, în funcție de timp. Din această cauză supratensiunile la deconectarea transformatoarelor în gol se determină în practică prin încercări pe viu. Rezultatele încercărilor au arătat că în general raportul dintre supratensiunea maximă și tensiunea pe fază nu depășește valoarea 4 și este mult mai mică la transformatoarele cu neutrul legat în mod eficace la pămînt. Micșorarea acestor supratensiuni se obține prin rezistențe de șuntare montate (con-

structiv) în întreruptoare și, în ultimul timp, prin descărcătoare cu rezistență variabilă.

b) *Supratensiuni de comutație pe linii și condensatoare.* Spre deosebire de transformatoare, unde energia necesară apariției supratensiunii este funcție de cîmpul magnetic al transformatorului $\left(\frac{1}{2} i^2 L\right)$, la linii și condensatoare supratensiunile sînt legate de tensiunea și capacitatea rețelei $\left(\frac{1}{2} CU^2\right)$. Supratensiunile apar datorită reaprinderii arcului în întreruptor, la intervale în jurul jumătății de perioadă $[(+ U_{max}) \div \div (- U_{max})]$.

Aceste supratensiuni, deși teoretic pot atinge valori foarte mari, nu depășesc de obicei în practică cifra de 3—3,5 ori tensiunea pe fază. Micșorarea supratensiunilor în aceste cazuri trebuie căutată pe calea alegerii întreruptoarelor corespunzătoare, întrucît descărcătoarele cu rezistență variabilă curente nu suportă scurgerea unor curenți atît de mari prin ele, energia care intră în joc fiind prea mare.

c) *Supratensiuni datorită punerilor la pămînt.* Aceste supratensiuni sînt dintre cele mai frecvente, însă în același timp mai puțin periculoase. După cum s-a arătat mai sus, aceste supratensiuni vor apărea la rețelele cu neutrul izolat sau legat la pămînt în mod neeficace. În acest cazuri, tensiunea pe fazele sănătoase nu crește în general peste $2{,}5 \div 3\ U_f$ și în regim stabilizat scade pînă la valoarea tensiunii pe fază. Este interesant de remarcat că unii autori susțin că este inutil să se facă încercări preventive ale instalațiilor de cabluri, deoarece acestea se efectuează în mod automat prin punerile la pămînt accidentale. Într-adevăr, în cele mai multe cazuri, la o punere la pămînt a rețelei de cabluri într-un punct, apar defecțiuni ale rețelei și în alte puncte, adică în locurile unde izolația era mai slabă.

d) *Supratensiuni de rezonanță.* Acestea sînt în general supratensiuni de ferro-rezonanță, datorită prezenței oțelului saturat în rețea, sau în unele cazuri supratensiunilor care mult timp au fost explicate prin fenomenul de „arc intermitent", însă, prin lucrările efectuate de ing. P. Dimo în cadrul Academiei R.P.R., s-a dovedit că au la bază fenomene de rezonanță.

Nivelul de izolare a instalațiilor se alege pornind de la tensiunile, respectiv supratensiunile care apar în instalații.

Izolația trebuie să suporte timp îndelungat, fără să-și schimbe apreciabil calitățile dielectrice, tensiunea maximă de lucru și în același timp să reziste la supratensiunile care apar accidental în instalații.

Din această cauză este neapărat necesar să fie încercată izolația. Metodele de încercare a izolației, folosite în prezent, sînt foarte variate. Evident că pentru instalațiile care nu sînt supuse acțiunii supratensiunilor atmosferice, condițiile la care trebuie să reziste izolația vo fi mai ușoare decît pentru celelalte.

Într-adevăr, supratensiunile interne (descrise mai sus) nu depășesc mai mult de 5 ori tensiunea pe fază. În același timp, aceste supratensiuni, după cum s-a arătat mai sus, nu au caracter de unde de șoc, ci sînt mai apropiate, ca formă, de tensiunea alternativă a rețelei. Din această cauză, pentru încercarea izolației instalațiilor electrice nesupuse supratensiunilor atmosferice, este suficient să se folosească o tensiune de frecvență industrială. Mărimea tensiunii de încercare diferă de la țară la țară. În tabela 2 dăm valorile recomandate de CEI pentru încercarea izolației instalațiilor de acest fel.

Tabela 2

Tensiunea nominală a aparatului, kV	3,3	6,6	11	15	22	33
Tensiunea de încercare de 1 minut recomandată de C E I, kV	16	22	28	38	50	70

Izolația care suportă încercarea de un minut este în stare să suporte în bune condiții supratensiunile interne ivite în exploatare.

Pentru instalațiile care sînt supuse și acțiunii supratensiunilor externe, condițiile care trebuie să le îndeplinească izolația aparatelor depind în primul rînd de protecția împotriva supratensiunilor atmosferice și de condițiile keraunice din zona respectivă.

Pînă în prezent singurul aparat care asigură o protecție acceptabilă a transformatoarelor și a aparatelor împotriva undelor de supratensiune rămîne descărcătorul cu rezistență variabilă. Deci, în funcție de caracteristicile descărcătorului se poate stabili un nivel de izolare corespunzător instalației respective. Pentru alegerea nivelului de izolare interesează în primul rînd tensiunea remanentă a descărcătorului. Alegerea unui nivel de izolare egal cu valoarea tensiunii remanente a descărcătorului poate fi admisă numai pentru instalații mici.

Pentru instalații mai mari, se alege un nivel superior, întrucît nu totdeauna se poate asigura constructiv o distanță suficient de mică de la descărcător pînă la aparatul protejat. Aparatele supuse și acțiunii supratensiunilor atmosferice se încearcă atît cu tensiune alternativă cît și cu unde de șoc. Nivelul de izolare recomandat de CEI pentru astfel de instalații este trecut în tabela 3.

După cum se vede din tabela 3 pînă la tensiunea de 72,5 kV, CEI recomandă alegerea unui singur nivel de izolare, indiferent de modul de tratare a neutrului. Pentru tensiuni mai mari ca 72,5 kV, apare necesitatea de a se fixa două nivele de izolare. Această recomandare

este justificată prin efectul economic neînsemnat care se obține, la tensiuni mai joase, prin introducerea unui nivel de izolare mai scăzut. În schimb, la tensiuni mai înalte, folosirea unei izolații mai scăzute sau degresive la instalații cu neutrul legat eficace la pămînt, conduce la economii apreciabile.

Tabela 3

Tensiunea maximă a sistemului kV	Nivelul de protecție kV		Nivelul de izolare recomandat de CEI kV			
			La tensiune de șoc		La tensiune de încercare de 1 minut	
	Neutrul legat la pămînt		Neutrul legat la pămînt		Neutrul legat la pămînt	
	neeficace	eficace	neeficace	eficace	neeficace	eficace
3,6	21,5	17,5	45	—	16	—
7,2	42	33,5	60	—	22	—
12	72,5	56	75	—	28	—
17,5	76	61	95	—	38	—
24	110	84	125	—	50	—
36	160	126	170	—	70	—
52	220	177	250	—	95	—
72,5	340	275	325	—	140	—
100	452	370	450	380	185	150
123	547	452	550	450	230	180
145	646	519	650	550	275	230
170	750	610	750	650	325	275
245	1065	855	1050	900	460	395
300	—	1065	—	1050	—	460

Date citate de I. S. Cliff [3] arată că prețul unui transformator cu izolația degresivă, inclusiv costul descărcătorului cu rezistență variabilă, este mai mic cu 9÷15% la tensiunea de 245 kV și cu 2÷8% la 132 kV decît costul unui transformator cu izolație plină fără descărcător cu rezistență variabilă.

Alegerea nivelelor de izolare într-o instalație energetică este o sarcină de mare răspundere. În general se recomandă o gradare a izolației în funcție de importanța aparatului, care poate fi diferită de la o instalație la alta. Astfel, la o stație de foarte înaltă tensiune, avînd mai multe transformatoare și puține linii, defectarea unui întreruptor de linie poate cauza o avarie mai gravă decît defectarea unui transformator. În asemenea cazuri este indicat să se aleagă întreruptoare cu un nivel de izolare mai înalt decît transformatoarele. În alte stații, situația poate fi inversă.

De asemenea trebuie arătat că pentru diferite categorii de aparate este indicată o anumită coordonare a izolației aparatului însuși. Astfel, la întreruptoare sau transformatoare este indicat ca nivelul izolației interioare să fie mai ridicat decît nivelul izolației exterioare (de-a lungul izolatoarelor sau prin aer, întrucît străpungerea izolației interioare duce întotdeauna la avarii mai grave decît o conturnare în exterior. De asemenea este indicat ca izolația între faze să aibă o valoare mai mare decît cea față de pămînt. Acest ultim deziderat se obține destul de ușor prin măsuri constructive (sau prin adăugarea unor intervale de străpungere adiționale).

În încheiere mai trebuie examinată pe scurt problema micșorării nivelelor de izolare în general.

Dezvoltarea mare a instalațiilor energetice face ca problema economiei în realizarea lor să se pună în mod din ce în ce mai acut. Din această cauză în multe țări apar în ultimul timp propuneri de micșorare a nivelelor de izolare. În Franța s-au micșorat considerabil nivelele de izolare a liniilor de înaltă tensiune, micșorare care a făcut posibilă construcția unor linii de 220 kV foarte economice. Sigur că micșorarea nivelului de izolare a dus la o probabilitate mărită a deranjamentelor datorită supratensiunilor atmosferice, însă, prin folosirea reanclanșării automate rapide și prin buclarea rețelelor, acest dezavantaj se poate reduce la minim.

Însă pași mai importanți au fost obținuți în S.U.A. și în U.R.S.S. prin realizarea descărcătoarelor cu rezistență variabilă cu suflaj magnetic, care sînt în stare să protejeze instalațiile de unele supratensiuni de comutație. Prin realizarea acestor descărcătoare s-a trecut un prag dintre cele mai importante. Izolația instalațiilor protejate cu descărcătoare de acest tip poate fi scăzută sub nivelul corespunzător supratensiunilor interne. Deocamdată este vorba numai de anumite tipuri de supratensiuni interne, și anume în special de acelea care apar la deconectarea în gol a transformatoarelor sau a liniilor; dar după cum s-a arătat mai sus, acestea au amplitudinile cele mai mari și se produc cel mai des la executarea de manevre în sistemul electric respectiv.

Ca o concluzie imediată pentru țara noastră rezultă necesitatea efectuării unor cercetări amănunțite în privința nivelelor de izolare adoptate pentru instalațiile noastre.

La baza acestor cercetări trebuie să fie urmărirea eficacității maxime a investițiilor.

Astfel considerăm că nivelul de izolare la linii electrice este prea ridicat. Conform prescripțiilor pentru construcția liniilor electrice aeriene ediția 1952, se prevede, de exemplu, pentru tensiunea de 110 kV izolarea liniei pe stîlpi metalici sau de beton cu lanțuri formate din 7 elemente. Este știut că în țară s-au folosit izolatoare de fabricație diferită. Astfel s-au folosit izolatoare sovietice P-4,5, germane K-3, românești IC-4 și altele. Comparînd între ele datele izolatoarelor P-4,5, K-3 și IC-4, se constată că tensiunea de conturnare a izolatoarelor IC-4 și K-3 este superioară celor P-4,5, or prescripțiile sovietice de construcție a liniilor prevăd tot 7 elemente P-4,5 în lanț, iar după normele germane VDE nivelul de izolare necesar cu izolatoare K-3 rezultă de numai 6 elemente. Avem deci posibilitatea imediată de a face o economie de 13% din cantitatea izolatoarelor

montate pe liniile de 110 KV. Pentru aceasta este neapărat necesar ca fabrica constructoare să-şi îmbunătăţească calitatea izolatoarelor, iar unităţile de montaj să încerce cu atenţie instalaţia înainte de a o da în exploatare.

De asemenea, în privinţa construirii transformatoarelor la tensiune înaltă, este neapărat necesar să se revadă problema izolării degresive. Datele citate [3] arată că este mult mai economică soluţia folosirii transformatoarelor cu izolaţie degresivă. Practica U.R.S.S. a demonstrat şi ea acest fapt.

Este necesară o mai activă conlucrare în domeniul coordonării izolaţiei între institutele de cercetare şi proiectare, întreprinderile de exploatare a instalaţiilor electrice şi fabricile furnizoare de izolatoare şi aparataj electric, conlucrare care ar conduce la economii simţitoare prin o mai judicioasă alegere a nivelelor de izolare.

Bibliografie

[1] CEI — Publicaţia 71 „Directives pour la coordination de l'isolement", Geneva, 1954.

[2] Wanger W.: *Die Koordination der Isolation in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen.* Bull. ASE (1957) nr. 10.

[3] Cliff I. S.: *The Coordination of Insulation of high voltage Electrical Installations.* Proceedings IEE, t. 101, part. I, No. 128.

[4] Trudî TNIEL. vol. V, Gosenergoizdat, Moscova-Leningrad, 1956.

[5] Beliakov: *Supratensiunile în instalaţiile de 6 şi 10 kV datorită punerilor la pămînt.* Electricestvo 1957, nr. 5, p. 31—36.

[6] Dimo P.: *Cauza supratensiunilor prelungite în sistemele energetice.* Ed. Academiei R.P.R. (Studii şi cercetări de energetică, nr. 195.

[7] Sirotinski L.: *Tehnica tensiunilor înalte,* vol. 3. Gosenergoizdat 1945.

[8] Avramescu A.: *Principiile protecţiei contra supratensiunilor atmosferice.* Electricitatea, ASIT, 3 (1952), nr. 4—5, p. 10—17.

[9] Berger K.: *Überspannungen und Überspannungschutz.* Bull. ASE 1957, nr. 10.

[10] Rudge W. I., Mc Morris W. A., Howard S. B.: *The New Thyrite Magnet-Valve Station Lightning Arrester.* AIEE Transactions, t. 73, part III, B (1954), p. 912—920.

[11] Schiller: *Betriebserfahrungen mit der Koordination der Isolation.* Bull. ASE (1957), nr. 10

[12] * * *: *Materialele comitetului tehnic Nr. 28 al CEI privitor la coordonarea izolaţiei.*

[13] * * *: *Prescripţii pentru protecţia contra supratensiunilor a instalaţiilor electrice cu tensiuni peste* 1 000 V. OPED, Bucureşti, 1957.

[14] Sporn Philip şi Gross I. W.: AIEE Transactions, part III, 1957, pag. 58. *A Quarter Century of Experience in Insulation Coordinations. Basic Philosophy, Application and Operating Experience on the* AG & E System.

RECENZII

621.311.23.003. (048)

S. M. SUHER (sub redacţia lui) *Evacuarea hidraulică a zgurii şi cenuşii la centralele termoelectrice.* Gosenergoizdat Moscova-Leningrad 1957 (Ghidrozolondalenie na electrostaţiah). 90 p. 61 fig.

Lucrarea reprezintă o culegere de 4 studii care generalizează experienţa în proiectarea, montarea şi exploatarea sistemelor de evacuare hidraulică a zgurii şi a cenuşii la centralele termoelectrice.

Primul studiu: („Montarea şi încercarea sistemelor de evacuare cu ejectoare Moscalov şi cu pompe de noroi de E. Z. Nagli) analizează experienţa acumulată la 11 centrale termoelectrice. În paralel cu descrierea schemelor şi utilajelor se dau date asupra debitelor de spălare necesare (atît pentru spălarea continuă cît şi pentru spălarea intermitentă), date asupra granulometriei zgurii şi cenuşii pentru diverse tipuri de combustibil, debitelor şi coeficienţilor de pierderi de sarcină pentru diferite sisteme de transport, randamentelor etc. Se indică de asemeni sisteme simple pentru măsurarea debitelor şi energiei cheltuite. Se analizează apoi defecţiunile constatate şi se fac recomandări concrete pentru înlăturarea lor în cadrul proiectării altor instalaţii. Ultima parte a studiului este consacrată expunerii tehnologiei şi rezultatelor încercărilor efectuate asupra celor 11 instalaţii analizate (din care 9 funcţionează cu ejectoare, 1 cu pompe de noroi şi 1 cu ejectoare îmbunătăţite sistem KBR (brigada colectivă de raţionalizatori).

În cel de al doilea studiu: („Proiectarea şi calculul sistemelor de evacuare a zgurii şi cenuşii la centralele termoelectrice" de R. N. Vindman şi M. M. Romîn) se descriu diverse sisteme de evacuare a zgurii şi cenuşii dîndu-se totodată elementele necesare pentru dimensionarea instalaţiilor respective precum şi exemple de calcul.

Foarte interesantă este compararea tehnico-economică ce se face în cadrul studiului între diversele sisteme, ajungîndu-se la o serie de concluzii cu caracter de recomandaţii din care se desprinde:

— sistemul de evacuare cu pompe este mai economic decît cel cu ejectoare;

— este preferabil să se evacueze separat zgura şi cenuşa în special în legătură cu utilizarea zgurii ca materie primă.

Cel de al treilea studiu: („Formarea depunerilor minerale în elementele sistemelor de evacuare hidraulică a zgurii şi cenuşii de N. G. Zagolin) analizează pe baza datelor de exploatare viteza de formare a depunerilor în conductele şi armăturile ce deservesc evacuarea hidraulică a zgurii şi cenuşii în corelaţie cu duritatea temporară pe care o capătă apa ce transportă zgura şi cenuşa. Se dau o serie de indicaţii pentru micşorarea vitezei de producere a depunerilor.

Cel de al patrulea studiu: („Experienţa exploatării unui sistem de evacuare a zgurii şi cenuşii cu două trepte de pompe de noroi" de B. P. Leiko) aduce date interesante în legătură cu îmbunătăţirea sistemului de evacuare a zgurii şi cenuşii la o centrală mai veche. Se arată că în general sistemul funcţionează bine, cu excepţia rotorilor şi vanelor care sînt supuse unei rapide coroziuni.

Lucrarea prezintă interes deosebit pentru energeticienii romîni, deoarece în R.P.R. nu s-a acumulat încă o experienţă suficientă în acest domeniu.

Ing. *Al. Măruţă*

Energetică generală

621.311.25 : 621.039

Centrale atomoelectrice în viitor în U.R.S.S. Emelianov V. S., *Atomnaia Energhia* nr. 9/1958, p. 217—222.

Rezervele de cărbune ale U.R.S.S. la 1 ianuarie 1957 erau de 300.10^9 t (iar cele detectate de $7\ 400 \cdot 10^9$ t), cele de petrol au crescut din 1946 pînă în 1956 de circa 5 ori, iar rezervele de gaze naturale sînt: de $1\ 860 \cdot 10^9$ m³ (detectate $13\ 000 \cdot 10^9$ m³). De asemenea, resursele hidraulice utilizabile sînt imense.

Întrucît aceste rezerve de combustibili clasici sînt neuniform împărţite pe teritoriul U.R.S.S., în anumite regiuni ale ţării dezvoltarea masivă a industriei va putea fi asigurată numai pe baza de CAE. În afară de aceasta, se pune accent pe economisirea unor categorii de combustibili şi folosirea lor în alte domenii mai avantajoase economiei naţionale.

Prima CAE din lume de 5 MW, construită în U.R.S.S., a rezolvat o serie de probleme grele ca: securitatea biologică, reglarea reactorului etc. Actualmente, în regiunea Voronej se construieşte o CAE de 420 MW cu reactori cu apă la 100 ata, iar turbinele vor funcţiona cu abur de 29 ata. O CAE asemănătoare va fi construită în regiunea Leningrad. În regiunea Ulianovsk şi pe Volga, se construiesc reactoare fierbătoare de 50 MW putere electrică identice celor de la Voronej şi Leningrad. În Ural se construieşte o CAE de 400 MW cu reactoare care produc direct abur, la care se vor instala 4 blocuri-turbină la 100 MW şi reactor. Parametrii turbinei vor fi 90 ata şi 480—500°C.

În baza reactoarelor cu neutroni rapizi se va construi pe Volga o CAE cu grupuri de 50 MW, care va avea o putere totală de 250 MW.

În articol sînt date o serie de elemente referitoare la CAE mobile.

g. c.

621.311.23 : 662.613.5(063)

Uniunea internaţională a gazelor — Dare de seamă asupra celui de al 7-lea Congres la Roma. Wunsch W., *BWK* vol. 11 (1959) nr. 1, p. 28.

Al VII-lea Congres al IGU a avut loc la Roma între 25 şi 29 septembrie 1958. Faţă de ultimul congres de la New York din 1954, numărul ţărilor membre a crescut la 19, prin înscrierea U.R.S.S. şi a R.P.R.

Ca temă principală a congresului, deşi neanunţată ca atare, s-a cristalizat: Alimentarea sigură cu gaze a consumatorilor.

La congres au participat circa 550 delegaţi. A fost organizată şi vizitarea cîtorva mari obiective industriale şi excursii de studii de cîteva zile.

i. s.

621.311.22.003

Influenţa costului combustibilului asupra ridicării economice a parametrilor iniţiali la CTE*). Bolotov V. V.: *Energomaşinostroenie* nr. 10 (1958), p. 2—5.

Ridicarea parametrilor iniţiali la CTE nu conduce totdeauna la rezultate pozitive în întregul ansamblu al economiei naţionale, chiar dacă preţul de cost este mai redus în noua variantă. Trebuie făcută o comparaţie a fluxului de investiţie care a creat posibilitatea reducerii preţului de cost şi cu eventuala lui folosire în alte sectoare ale economiei naţionale, în care putea fi mai util întregului ansamblu.

Se recomandă criteriul „perioadei de recuperare" sau inversul acesteia — „economia specifică", care ar putea servi drept normă pentru judecarea variantelor. După părerea autorului, norma de „economie specifică" de 0,2—0,05, adică „perioada de recuperare" de 5—20 ani nu poate fi considerată ca eliminatorie fără să se aducă în plus sau în minus alte argumente.

Costul combustibilului are un rol de mare pondere în stabilirea criteriului economicităţii. Se demonstrează pe bază de variante că numai în cazul în care costul acestuia este foarte mare, ridicarea parametrilor aburului la CTE este avantajoasă în ansamblul economiei naţionale.

g. c.

621.311.22(41)

Echipament energetic pus în funcţiune în anul 1958 în Anglia (CEGB). *Electrical Times* — 8 ianuarie 1959, p. 40 şi 53.

În anul 1958 se înregistrează pentru prima dată de la război o scădere a puterii instalate anual în centralele termoelectrice din Anglia (CEGB). O putere de 1 230 MW adăugată în 1958 (faţă de 1 780 MW în 1957) face ca puterea totală instalată în cadrul CEGB să atingă aproximativ 25 415 MW.

Scăderea reprezintă efectul practic întîrziat şi inevitabil al unor hotărîri luate încă în anii 1952, 1953 şi 1954 cu privire la amînarea construirii unor centrale electrice şi la prioritatea dată exportului de echipament energetic.

Au fost puse în funcţiune în 16 centrale 19 turbogeneratoare, cu puteri unitare cuprinse între 20 şi 120 MW. Pentru centrale au fost extinse cu patru grupuri de 100 MW. La sfîrşitul anului au apărut primele două grupuri de putere unitară de 120 MW, în cele două centrale termoelectrice nou construite în 1958. Acum se aşteaptă apariţia grupurilor de 200 MW şi mai mari.

De asemenea, au fost puse în funcţiune 17 cazane de abur însumînd o capacitate totală de 4 100 t/h în unităţi cu debite cuprinse între 90 t/h şi 400 t/h.

a. p.

Termoenergetică

621.311.22 : 612.181

Metodă semiempirică pentru determinarea sarcinii minime (minimum tehnic) a cazanelor. Cerepenikov I. A., *Teploenerghetica 1* (1959), pag. 88—90, fig. 4, tab. 2, bibl. 8.

Sarcina minimă a cazanelor cu cameră de ardere a prafului de cărbune este condiţionată de stabilitatea flăcării care este determinată de temperatura minimă — specifică fiecărui cărbune — din zona arzătoarelor la care are loc arderea stabilă a cărbunelui respectiv. În spaţiul de încălzire din zona arzătoarelor, în care trebuie să aibă loc neapărat aprinderea amestecului, se formează la distanţa de 100—200 mm de ambrazură sau de arzătoare o suprafaţă izotermă cu temperatura ceva mai ridicată decît aceea de aprindere a cărbunelui respectiv. Această temperatură depinde de gradul de ecranare din zona arzătoarelor, de temperatura amestecului şi de aceea a aerului secundar, de mărimea excesului de aer rece etc.

Din examinarea suprafeţelor izoterme din focar, s-a stabilit că între temperatura gazelor din zona arzătoarelor şi aceea la ieşirea din focar există o proporţie simplă. Cu ajutorul acestei proporţii şi folosind formula care dă temperatura gazelor la ieşirea din focar în funcţie de debitul de combustibil, se stabileşte sarcina minimă a cazanului.

Se arată apoi influenţa diferiţilor factori de exploatare şi în special a excesului de aer: creşterea excesului cu 1%, ridică sarcina minimă cu 0,5%. Între alte aplicaţii de calcul se arată că sarcina minimă de calcul de 127 t/h a unui cazan de 230 t/h creşte la 140 t/h din cauza excesului de aer mărit cu 19%, faţă de cel normal.

c. d.

621.311.22 : 621.127

Depuneri în cazanele de aburi cu circulaţie multiplă. Manchina N. N., *Teploenerghetica* nr. 12 (58), p. 12—18, tab. 4, bibl. 6.

În introducere se arată pe scurt mecanismul formării celor patru grupe de depuneri: săruri alcalino-teroase, de fier, de aluminiu şi cupru metalic, dîndu-se asupra acestora din urmă indicaţii mai complete asupra formării şi aspectului lor, precum şi asupra cauzei: solicitări termice locale ridicate. Prin introducerea de hexametafosfat în apa din cazan, în loc de trinatriumfosfat, viteza procesului depunerilor de Cu

---

*) Ing. Rudomino în Energomaşinostroenie nr. 10/1958, p. 13 şi Bicov V. M., în aceeaşi revistă, p. 11—12 tratează aspecte privind aceeaşi problemă, dezbătută la conferinţa Asociaţiei tehnico-ştiinţifice a energeticii industriale, care a avut loc la Leningrad între 3—5 iulie 1958.

scade de 20 ori. Folosirea simultană de hexametafosfat şi de trinatriumfosfat a împiedicat complet depunerile de Cu în multe centrale.

Concentraţia ridicată a fosfaţilor în treapta a II-a şi a III-a, rezultată dintr-o dozare incorectă, este cauza principală a depunerilor de fosfat de fier (caracteristica lor fiind depunerea pe toată lungimea ţevilor) şi scăderea alcalinităţii care n-ar trebui să scadă sub *p*H = 10,5. Factorii hotărîtori ai depunerilor de oxizi de fier sînt în primul rînd solicitarea termică ridicată şi în al doilea rînd concentraţia fierului. Pentru prevenire, autorul propune limitarea conţinutului de fier în apa de alimentare la 0,01—0,02 mg/l şi examinarea periodică a ecranelor, scoţînd probe din zonele cele mai solicitate. *c. d.*

621.311.22 : 621.187

Coroziuni pe partea gazelor arse la cazane de abur ce ard păcură. O l d e n b u r g G. *Gas-Wärme*, **VII** (1958), nr. 4, p. 130—135.

Autorul tratează pe larg atît coroziunile la temperaturi joase, datorită conţinutului în sulf al păcurii, cît şi coroziunile la temperaturile înalte, datorită vanadiului.

Se analizează temperaturile punctului de rouă şi diferitele elemente care îl influenţează, ca conţinutul de sulf în păcură, conţinutul de SO_4H_2 în gazele arse, excesul de aer etc. Se arată că coroziunile se formează la 20...30°C sub punctul de rouă şi cresc puţin cu creşterea conţinutului de sulf. Autorul respinge metoda creşterii temperaturii gazelor arse şi preferă schimbarea la un anumit interval a părţilor corodate din economizorul şi preîncălzitorul de aer. Recomandă de asemenea arderea cu un exces de aer minim. Cele mai bune metode de combatere a coroziunilor de temperatură joasă sînt aditivele şi anume: 1) dolomită 0,3...0,5% din greutatea păcurii introdusă cu aerul de combustie; 2) amoniac 0,08% din greutatea păcurii introduse în gazele arse între 150 şi 600°C;3) amine terţiare ca metilpiridina 0,03% din greutatea păcurii în gazele arse la 400°C.

Mai rară este coroziunea la temperaturi înalte, dar este foarte periculoasă, în special pentru oţelurile cu molibden. Este rară pentru că V_2O_5 atacă numai peste 600°C, iar eutecticul pe care îl dă cu NaO şi care corodează la 550°C este în cantitate foarte mică. Coroziunea datorită vanadiului creşte de la un conţinut de 0...0,01% V de la 20% la 95% şi de la 0,01...0,03% de la 95% la 100%. Pentru combaterea coroziunii se ridică punctul de topire al cenuşii prin introducere de dolomit sau SiO_2 sau ardere mixtă cu cărbune. *ad. b.*

621.187.12

Valorile corecte pentru apa de alimentare şi apa de cazane. S c h u m a n n E., *Energie*, **IX** (1957) nr. 9, p. 356—357.

Sînt prezentate normele noi ale calităţii apei de alimentare şi apei de cazan stabilite de „Uniunea proprietarilor de cazane mari" din R. F. Germană.

Apa de alimentare pentru cazane cu tambur

— Duritate	.pînă la 40 at	0,05°
	de la 40 la 100 at	0,02°
	peste 100 at	0,00°
— Oxigen	.indiferent de presiune	20 μg/l
— Bioxid de carbon	total	5 mg/l
	dacă se renunţă la alcalinizare	1 mg/l
— p*H*	.recomandat	7
	la săruri multe	9,5
— Cifra de permanganat		minimă posibil
— Ulei	.la 80 at	1 mg/l
	peste 80 at	0,5 mg/l
— Cupru şi fier . . .	.Cu 5 μg/l	
	Fe 30 μg/l	

dacă se renunţă la alcalinizare valorile se pot dubla.

Apa de cazan în tambur

Valorile se stabilesc de la caz la caz, funcţie de construcţie, de circulaţie şi de solicitarea suprafeţelor de încălzire. Se dau cifre orientative, funcţie de presiune. La cazanele cu solicitare mare a suprafeţelor de încălzire se ia treapta de presiune superioară, (tabela 1).

Tabela 1

Presiune at	20	40	64	80	125	160
p	⩽15	⩽12	⩽ 3	⩽ 1	⩽0,5	⩽0,1
*p*H	minim 8,3					
săruri mg/l	⩽4000	⩽3000	⩽2000	⩽1500	⩽ 750	⩽ 500
P_2O_5 mg/l	⩽ 30	⩽ 30	⩽ 25	⩽15	⩽ 10	⩽ 10
SiO_2 mg/l			⩽*p*+12			

Apa de alimentare pentru cazane cu trecere forţată

Apa de adaos trebuie să fie vaporizată sau demineralizată total. Apa de alimentare trebuie să aibă sub 1μS/cm, oxigen sub 0,05 mg/l, resul de ioni acizi sub 20 μg/l, bioxid de carbon urme. *p*H la 22°C minim admis 7, alcalinizarea se face cu amoniac sau hidrazină. Fier şi cupru se admit numai urme. *ad. b.*

621.181.8

În problema supraîncălzirii intermediare a aburului K o v a l e v s k i M. M., *Energo-maşinostroenie*, **IV** (1958) nr. 9, p. 31—33.

Autorul caută să înlăture unele neajunsuri ale supraîncălzirii intermediare, legate de pierderi mari de presiune pe conductele între cazan şi turbină şi de consumul mare de oţel austenitic. Pentru acestea pune în discuţie două scheme. Prima utilizează un circuit secundar de sare sau metal lichid, care se încălzeşte în cazan şi este trimis la turbină pentru a supraîncălzi aburul intermediar. Circulaţia se realizează cu o pompă care la un cazan de 400 t/h este de 450 kW. Schema realizează pierderi de presiune mai mici şi oarecare economii de oţel austenitic, conductele din circuitul secundar avînd o secţiune mai mică. Avantajele sînt mici, iar sarea sau metalul topit pot crea dificultăţi.

A doua schemă propusă prevede construirea lîngă turbină a unui focar secundar ce serveşte atît la supraîncălzirea finală a aburului viu, cît şi la supraîncălzirea intermediară. Astfel se elimină complet conductele de abur intermediar lungi între cazan şi turbină şi conductele de abur viu se pot construi din oţeluri perlitice. Schema reduce pierderile de presiune cu 3—4 kcal/kg, permite uşor trecerea la dubla supraîncălzire intermediară, reduce simţitor investiţiile în conducte şi armături, permite realizarea unei bare de legătură pe abur viu. De asemenea, în exploatare ea are avantajul că reglarea temperaturii aburului este legată de nevoile turbinei şi nu depinde de regimul focarului cazanului, iar volumul de abur intermediar este mult redus, ceea ce măreşte elasticitatea la şocuri.

Se dau parametrii pentru cicluri de blocuri de 150, 200 şi 300 MW calculaţi pentru această schemă.

Pentru a micşora volumul focarului supraîncălzitoarelor, se propune o schemă asemănătoare cu a generatorului de abur Velox cu focarul sub presiune pus de un turbocompresor acţionat de o turbină de gaz pe gazele arse. Se recomandă utilizarea combustibililor gazoşi sau lichizi. *ad. b.*

621.183 : 621.311.22

Reglarea pompelor de condensat. E h r l i c h L., *BWK* vol. 11 (1959) nr. 1, pag. 21—24, 8 fig., 4 ref. bibl.

Pornind de la cele 4 metode de bază ce pot fi folosite pentru adaptarea debitului pompelor la variaţia sarcinii turbinelor şi anume: autoreglare, varierea turaţiei pompelor, reglare prin laminare şi reglare prin recirculaţie, autorul constată următoarele domenii de utilizare: autoreglarea s-a introdus pentru turbine mici şi mijlocii, deşi din cauza funcţionării pompei în regim cu efecte de cavitaţie are loc o uzură mai mare. Varierea turaţiei se aplică foarte rar şi numai pentru grupuri

mari, în timp ce reglarea prin laminare se întîlneşte foarte des, mai ales pentru pompele turbinelor ce lucrează în regim de bază. *i. s.*

697.34

Experienţa punerii la punct a sistemelor de termoficare cu apă fierbinte la întreprinderi industriale. A v s e a n n i k o v A. V., *Promîşlenaia Energhetika* nr. 10 (1958), p. 1—4.

În baza unor cercetări ale sistemelor de termoficare cu apă fierbinte pentru întreprinderile industriale, efectuate de O R G R E S, se scot la iveală o serie de neajunsuri provenite din proiectare, execuţie sau exploatare, datorită cărora cîteva dintre sistemele analizate au dat rezultate slabe în funcţionare.

Cele mai frecvente în proiectare se menţionează următoarele: — stabilirea necorespunzătoare a căderilor de presiune în instalaţiile de preparare a apei fierbinţi la CET şi a apei calde la consumatori; — diametre foarte mici la racordul pompelor de reţea; — nefolosirea automatizării; — prevederea instalaţiilor de epurare chimică pentru reţele de debit insuficient; — nu se prevăd pentru prima perioadă la CET pompe provizorii de debite mici, corespunzătoare primelor etape; — folosirea încă în calculele hidraulice a coeficientului de rugozitate $k = 0{,}2$ mm (după un timp de exploatare k ajunge chiar la 3 mm) în loc de $k = 0{,}5$ mm; — nu se prevede o cădere de presiune garantată pentru o perioadă mai mare de exploatare; — se folosesc foarte rar staţii de amestec la consumatori; — nu se prevăd suficiente aparate de măsură şi control; — nu se prevăd filtre de nămol suficiente; — nu se face o legătură corectă între echipamentele de schimb de căldură de la consumator cu reţelele termice; — nu se racordează corect aerotermele la reţea etc.

Cele mai frecvente deficienţe din timpul execuţiei sînt: — nu se înlătură întotdeauna legăturile dintre cele două conducte care au servit la încercările hidraulice; — spălarea se face necorespunzător; — nu se respectă prescripţiile şi anumite detalii din proiect, înlocuindu-se, fără să se facă calcule, anumite elemente ale reţelei termice etc.

Personalul de exploatare în anumite cazuri ridică temperatura în conductele de termoficare, reducînd debitul apei.

În baza celor analizate se fac recomandări pentru proiectarea, construcţia şi exploatarea reţelelor termice.

g. c.

697.34

Mărirea eficacităţii funcţionării elevatoarelor cu apă. P o l i a k o v M. A. şi S a f o n o v A. P. *Electriceskie Stanţii* nr. 9/1958, p. 25—28.

În exploatare s-a constatat că elevatoarele cu jet de apă folosite la punctele de distribuţie în termoficare nu dau rezultatele indicate în proiecte. În acest scop s-au analizat mai multe tipuri de elevatoare şi s-au făcut încercări experimentale pe cîteva zeci de cazuri. Elementul principal care a servit de criteriu de comparaţie a fost coeficientul de amestec, adică raportul dintre cantitatea de apă de amestec din conducta de întoarcere şi cantitatea de apă din conducta de ducere.

Dintre toate sistemele de elevatoare, cele care dau cele mai bune rezultate în exploatare sînt cele VTI-Teploseti Mosenergo, al căror coeficient de amestec practic este cel mai aproape de cel teoretic.

Cauzele nepotrivirilor între coeficientul de amestec din exploatare şi cel teoretic sînt: excentricitatea aşezării ajutajului în cameră, amplasarea ieşirii ajutajului necorespunzătoare în camera de amestec, neetanşeitatea ajutajului şi altele.

g.c.

Electroenergetică

621.398

Cu privire la problemele telecomenzilor la frecvenţă muzicală D e n n h a r d t A. *Elwirtsch.*, vol. 58 (1959) nr. 1, p. 1—7 şi nr. 2, p. 58—62

Articolul prezintă cadrul general al problemei telecomenzilor de acest gen, care a fost tratată într-o reuniune ce a avut loc la Bremen în luna octombrie 1957 a grupului de lucru al VDEW, înfiinţat în special pentru acest scop şi în care s-au prezentat o serie de conferinţe asupra diferitelor aspecte ale problemei şi care sînt publicate în nr. 1 al revistei, dedicată exclusiv acestui scop. După ce tratează influenţa frecvenţei şi a altor parametri ai reţelelor asupra telecomenzilor, se insistă asupra relaţiei dintre nivelul perturbator şi condiţiile de efectuare a telecomenzilor. Mai departe, se arată în ce constau problemele tensiunii şi ale puterii în frecvenţă sonoră, pentru a se trage concluzii practice şi a se discuta tendinţele şi limitele posibile în stadiul prezent ale unei standardizări a sistemelor şi a frecvenţelor

a.c.m.

621.398

Influenţa perturbatoare a condensatoarelor asupra telecomenzilor la frecvenţă muzicală şi eliminarea acesteia prin bobine de reactanţă. N i e h a g e G. *Elwirtsch.*, vol. 58 (1959) nr. 1, p. 7—12

Existenţa condensatoarelor pentru ameliorarea factorului de putere într-o reţea implică apariţia unor dificultăţi cu ocazia introducerii telecomenzilor la frecvenţa muzicală, pe de o parte prin curenţii importanţi de frecvenţă muzicală care pot circula prin reactanţa capacitivă de mică valoare a acestora, iar pe de altă parte prin fenomene de rezonanţă la aceeaşi frecvenţă între capacitatea condensatoarelor şi inductanţa reţelei. Mijloacele de combatere a influenţei condensatoarelor sînt bobinele de reactanţă sau filtrele avînd şi condensator montat în paralel la bobină. Autorul discută proprietăţile acestor mijloace de limitare, analizînd funcţionarea lor şi recomandă soluţiile corecte de montare reciprocă a condensatoarelor şi a mijloacelor de limitare a influenţei acestora.

a.c.m.

621.398

Aplicarea sistemului de telecomnadă la frecvenţă muzicală în scopuri electro-economice în reţea. S e i d l e r O. *Elwirtsch.*, vol. 58 (1959) nr. 1, p. 14—16.

Se arată posibilităţile numeroase pe care le deschide folosirea telecomenzii la frecvenţă muzicală pentru aplatisarea curbei de sarcină a sistemelor energetice prin telecomandarea directă a instalaţiilor receptoare de energie electrică ale abonaţilor.

a.c.m.

621.398

Stadiul folosirii telecomenzilor la frecvenţă muzicală în R.F.G. H a u s s l e r H. *Elwirtsch.*, vol. 58 (1958) nr. 1, p. 16—18

În scopul unui schimb de experienţă între întreprinderile de distribuţie a energiei electrice, grupul de lucru al VDEW a întreprins o anchetă asupra situaţiei la zi a utilizării telecomenzilor la frecvenţă muzicală. Se expun rezultatele acestei anchete, cuprinzînd 34 întreprinderi cu aplicaţii ale acestui sistem atît în reţele urbane cît şi în mediul rural.

a.c.m.

621.398

Telecomenzi la frecvenţă muzicală în reţeaua din Berlin B e n t e r t H. *Elwirtsch.* vol. 58 (1959) nr. 1, p. 18—21

Se face o descriere a schemei constructive şi a scopului introducerii instalaţiei de telecomandă cu frecvenţă muzicală a Întreprinderii de Forţă şi Lumină din Berlin (BEWAG). Instalaţia comportă injectarea unor curenţi de 750 Hz la barele staţiilor coboritoare de 30/6 kV. Puterea cerută de această instalaţie în etapa finală reprezintă 0,4% din sarcina staţiilor coboritoare.

a.c.m.

621.398

Telecomenzi cu curenţi purtători în marile distribuţii urbane B a x H. *Elwirtsch.* vol. 58 (1959) nr. 1, p. 21—26

Se descrie ca exemplu instalaţia din oraşul Bremen pentru a demonstra că echipamentele disponibile în tehnica actuală satisfac în întregime condiţiile cerute unor astfel de instalaţii, atît pentru scopurile clasice cît şi pentru probleme cu caracter special. Se arată experienţa de exploatare cu rezultate pozitive pe o perioadă de cîţiva ani.

a.c.m.

621.317.385/621.33

O metodă analitică pentru determinarea consumului specific de energie electrică pentru tracțiune. Ing. dr. Czeslow Jaworski. *Elektrotechnicky obzor* nr. 11, p. 548, 1 tab. 1 fig., 10 pagini.

Pentru proiectarea electrificării căilor ferate este absolut necesar calculul consumului de energie electrică prevăzut pentru tracțiune. Din acest motiv se efectuează pentru diferite categorii de trenuri cursele lor teoretice pe liniile respective, care cer mult timp inginerului proiectant și care necesită un proiect preliminar al unei locomotive electrice. Autorul pleacă de la ideea că fără a ține seama de condițiile de lucru ale unei locomotive electrice, energia consumată trebuie să fie egală cu suma lucrului util și tuturor pierderilor ce se produc cu această ocazie și stabilește o formulă generală relativă a consumului de energie specifică, care ușurează calculul pentru condițiile oarecare de lucru ale unei locomotive, fixate dinainte, adică să determine, în funcție de categoria de tren, profilul liniei, densitatea stațiilor, vitezele maxime și mijlocii, precum și viteza finală în timpul opririi și cea de la începutul frînării și independent de alte circumstanțe, ca tipul și puterea motorului, modul cursei trenului etc. În formulă se respectă influența rezistenței de frînare și a recuperării energiei și poate fi aplicată la diverse sisteme și diferite categorii de tracțiune. Se dă o posibilitate de stabilire a consumului specific cu ajutorul acestei formule, de ușurare a determinării puterii medii a unei locomotive electrice și, de asemenea, de a simplifica, după părerea autorului, un calcul al puterii nominale, prin această metodă.

i.d.

621.314.65

Redresoare cu mercur pentru înaltă tensiune. Albert Clos. *Elektrotechnicky obzor* nr. 11(1958), p. 577, 7 fig.

În acest articol se vorbește despre problema importantă a supapelor de mercur pentru înaltă tensiune, destinate transportului de curent continuu la mari distanțe.

Autorul face cunoscute rezultatele obținute în U.R.S.S., unde s-a încercat o supapă la tensiune foarte înaltă, pentru un curent anodic de 900 amperi, la o tensiune de 130 kV, prevăzut pentru linia Stalingrad — Donbas.

i.d.

621.311.007.2

Completarea pregătirii profesionale a tinerilor ingineri în întreprinderile electroenergetice. Hameister G. *Elwirtsch.* vol. 58 (1959) nr.2, p. 52—57.

Se descrie organizarea unor cursuri de completare a pregătirii profesionale a inginerilor din întreprinderile de electricitate ale Asociației Întreprinderilor de Electricitate Germane (VDEW), făcîndu-se și o comparație cu metodele folosite în același scop în alte țări. Se tratează și se discută organizarea și rezultatele obținute prin niște cursuri privind contractele de furnizare a energiei electrice și a tarifării acesteia. De asemenea, este în pregătire un ciclu de cursuri privind exploatarea centralelor și rețelelor electrice. Durata cursurilor a fost de 1 săptămînă, cu scoaterea din producție a cursanților și cu suportarea cheltuielilor de către întreprinderea respectivă. Soluția aleasă costă întreprinderea mai puțin decît organizarea locală a cursurilor, numărul de cursanți fiind suficient de mare la o organizare centralizată a lor pentru a conveni mobilizarea unor lectori de cea mai bună calificare.

a.c.m.

Hidroenergetica

627.823

Construirea barajului Rastan Avramov Gh. *Elektroenerghiia* (R. P. Bulgaria), IX (1958), nr. 9, p. 24—26.

În 1958, organizația „Hidrastvoi" a contractat cu partea siriană R.A.U. construirea unei uzine hidroelectrice pe rîul Oronto.

Barajul de 67 m înălțime și 375 m lungime la coronament este de tip mixt, pămînt și anrocamente; volumul său este de 1 200 000 m³, din care 200 000 m³ reprezintă șîmburele de argilă. Volumul lacului creat de baraj este de 250 hm³.

Uzina mai cuprinde următoarele uvraje:

— o galerie de aducțiune sub presiune de 3,20 m Ø și 540 m lungime;

— un castel de echilibru subteran de 10 m Ø;

— o galerie forțată de 3,2 m Ø și 85 m lungime;

— centrala de $N = 7{,}5$ MW, $Q = 32$ m³/s, $H = 24 \ldots 53$ m, echipată cu două grupuri Francis.

Întreaga amenajare va fi dată în exploatare în 1960.

a.f.

621.29

Noile lucrări ale hidrocentrului Hirakud, Bhagirath (India), 5 (1958), 3 sept., p. 118—120.

Etapa I a lucrărilor hidrocentrului Hirakud a fost terminată cu cîțiva ani în urmă. În prezent sînt în curs lucrările etapei II, care prevăd.

1) instalarea a două noi grupuri la centrala de la piciorul barajului, ridicînd puterea instalată a acesteia la 123 MW;

2) construirea unui canal de aducțiune aval, dimensionat pentru 850 m³/s;

3) construirea unui bazin de compensare de 7,4 hm³, prevăzut cu descărcător format din 27 sifoane putînd evacua 566 m³/s;

4) construirea canalului de aducțiune aval de bazin, avînd o lungime de 16 km și un debit instalat de 370 m³/s;

5) execuția centralei Chiplima echipată cu 3 grupuri de cîte 24 MW.

a.f.

620.91 : 621.2

Utilizarea potențialului hidroenergetic al Elveției Oesterhaus M., Chavaz F., Müller H.: *Schweizerische Bauzeitung* 76 (1958), 45, 665—674; 46, 685—693.

În 1956, consumul de energie electrică pe cap de locuitor în Elveția a atins 2 850 kWh; repartiția lui pe categorii arată că 47% din energie revine consumului casnic, agriculturii și micilor meseriași și numai 43% marilor consumatori industriali. Din punct de vedere al producerii de energie electrică, marea majoritate este de origină hidraulică; din surse termice, s-au produs în Elveția numai 2% din total.

Potențialul hidroenergetic al țării este de 32 TWh/an; 60% din acest potențial este concentrat în cantoanele Graubünden, Vallais și Tessin. Din acest potențial total se utilizează în prezent circa 55% (17,5 TWh/an) în 318 uzine hidroelectrice de peste 300 kW putere instalată. Puterea maximă debitată în rețelele elvețiene a atins 4,2 GW.

Lucrările în vederea utilizării mai departe a potențialului hidroenergetic continuă. În prezent sînt în curs de execuție 31 uzine hidroelectrice.

a.f.

Energetica nucleară

621.039

Centrala atomoelectrică Latină. *Engineer*, vol. *206* nr. 5366, pag. 858

La 20 noiembrie 1958 s-a început la Latina, lîngă Roma, construcția primei centrale atomoelectrice italiene. Centrala va avea o putere electrică de 200 MW. Reactorul răcit cu gaze și moderat cu grafit are un debit termic de 705 MW. Temperatura de ieșire a gazelor din reactor va fi de 390°C, cea de intrare de 180°C. Puterea instalată a ventilatoarelor însumează 19 MW.

Șase schimbătoare de căldură livrează abur de 52,4 ata, 373°C cu supraîncălzire intermediară la 373°C, pentru cele trei grupuri turbogeneratoare de cîte 70 MW.

Centrala urmează a fi terminată pînă în 1962.

i.s.

621.039

Centrala electrononucleară de la Chapelcross. P. Knowles. *Nuclear Power*, vol *3* (1958) nr. 27, p. 304—313.

Această centrală este dotată cu patru reactoare a cîte 180 MW putere termică tip Calder Hall, puterea electrică a ei fiind 140 MW, iar caracteristicile tehnice sînt asemănătoare cu ale celorlalte centrale nucleare engleze. Pe lîngă enunțarea parametrilor de bază ai centralei, articolul prezintă și o serie de probleme legate de amplasamentul și proiectarea ei, cum și descrierea instalațiilor compon e. Sînt prezentate fotografii din diferite faze ale perioade ent montaj, scheme și o secțiune în perspectivă prin centrală de

ș.a.

Conferințe internaționale

621.1.001(63)

Conferința internațională pentru tabele de abur de la Moscova și vizitarea de institute de cercetări și centrale industriale sovietice. E. Schmidt, *BWK* vol. 10 (1958) nr. **12**, pag. 553—556.

La cea de-a 5-a conferință internațională pentru tabele de abur ce a avut loc la Londra în 1956, s-a hotărît înființarea unui comitet restrîns care să preia lucrările pregătitoare pentru întocmirea unor tabele internaționale și care să compare critic în acest scop diferitele tabele naționale existente. În acest comitet au fost delegați cîte 3 sau 4 specialiști din țările în care sînt în curs lucrările de cercetare în domeniul aburului: Anglia, R.F. Germană, S.U.A. și U.R.S.S. După prima ședință a acestui comitet ce a avut loc la Londra în iulie 1958, a doua ședință s-a ținut la Moscova, la invitația Academiei de Științe a U.R.S.S., între 21 și 22 iulie 1958.

În ședințele de lucru conduse prin rotație de șefii delegațiilor celor 4 puteri, s-a prezentat întîi o privire de ansamblu asupra cunoștințelor actuale despre proprietățile aburului (inclusiv a așa-numitelor mărimi de transport: viscozitate, conductibilitate) și apoi dări de seamă asupra lucrărilor curente.

În articolul sus citat, autorul, unul din cei mai de seamă specialiști germani în acest domeniu, prezintă într-o primă parte stadiul cercetărilor așa cum a rezultat cu această ocazie și punctele de vedere din discuțiile în legătură cu întocmirea unui cadru pentru tabelele de abur internaționale. În acest scop fiecare țară participantă va prezenta pe baza datelor ce posedă o propunere, cadrul internațional urmînd a fi determinat pe baza valorilor medii din diferitele propuneri. De abia după stabilirea corespunzătoare a acestui cadru se va putea păși la întocmirea unor tabele de abur internaționale recunoscute de toate țările. Viitoarea întîlnire a comitetului va avea loc la München în septembrie 1960.

În cea de a 2-a parte a articolului, prof. E. Schmidt prezintă o dare de seamă asupra cercetărilor și învățămîntului tehnic în energetică, în URSS, așa cum a rezultat din vizitele făcute. În această privință se relevă numărul impresionant al efectivului Institutului de Energetică din Moscova: 13 000 studenți, 1 000 profesori și asistenți și 2 000 personal ajutător și se descriu condițiile de studiu și pregătire a studenților. În continuare se descriu rolul, activitatea și importanța Institutului Termotehnic Unional, centrala de termoficare nr. 20 din Moscova, cu aprecieri asupra importanței termoficării în URSS și Institutul central de cazane și turbine de la Leningrad cu un efectiv de 2 360 persoane în centrală la care se adaugă 370 persoane lucrînd într-o anexă, institut ce cuprinde un program de cercetări foarte complex. Vizita la Uzinele Metalurgice din Leningrad, cea mai mare fabrică de turbine din URSS și poate din lume — cu 12 000 de lucrători din care 5 000 personal tehnic care întocmesc proiecte și pentru alte fabrici — și care și-a serbat în 1957 o sută de ani de existență, a pus în evidență progresul realizat de la grupuri de 200 kW acum 50 de ani la grupuri de 200 MW în fabricație curentă, primul grup de 300 MW pentru 200 at 580°C în lucru și grupuri de 400 și 600 MW în proiectare. Această uzină fabrică anual grupuri cu o putere totală de 7 000 MW acoperind o mare cotă din necesitățile anuale ale URSS de 11 000 MW. Tot aici se fabrică turbine de gaze de 12 și 25 MW ca și mari turbine hidraulice: turbine Francis de 200 MW pentru o cădere de 100 m destinate amenajării de pe Angara, respectiv sînt în proiectare turbine de 300 MW pentru CHE Krasnoiarsk. Sînt luate în considerare chiar grupuri de 600 MW. Se relevă calitatea lucrului, aportul laboratoarelor și pregătirea tinerelor cadre.

Darea de seamă se încheie cu descrierea vizitei la Institutul de cercetări nucleare de la Dubna și a Universității din Moscova, care are 15 000 studenți, 2 000 audienți și 5 000 de studenți prin corespondență, și cu considerații de ordin general asupra nivelului înalt al științei și tehnicii în URSS.

i.s.

662.61 : 536.46(63)

Al 7-lea simpozion internațional în problemele arderii. *BWK* vol. 10 (1958) nr. **12**, pag. 576—81, 6 fig., 65 ref. bibl.

Al 7-lea simpozion din seria din 2 în 2 ani a sesiunilor internaționale dedicate problemelor arderii a avut loc pentru prima dată în Europa, și anume la Londra și Oxford, între 27 august și 3 septembrie 1958. În prezența a 600 de participanți, venind din 19 țări, au fost expuse 120 de lucrări, în parte în ședințe paralele.

Materialul atît de bogat a putut fi cuprins în acest interval scurt, întrucît lucrările au fost puse tipărite la dispoziția participanților înaintea sesiunii, expunerile au durat numai cîteva minute, restul timpului fiind rezervat discuțiilor.

Dintre capitolele importante tratate sînt de menționat: fenomenele de ardere în sisteme în curgere, fenomene de turbulență, acțiune reciprocă între flăcări și suprafețe, detonația și trecerea la detonație, aprinderea, viteza de reacție și mecanismul reacțiilor de ardere, reacții speciale, structura flăcărilor, propagarea flăcării, ionizări, spectroscopie etc.

În articolul recenzat se prezintă scurte extrase din principalele lucrări și se indică bibliografic 65 din lucrările sesiunii. În scurt timp se va publica în Anglia o dare de seamă cuprinzătoare.

i.s

662.62(63)

Colocviul „Combustibili solizi 1958". *Energietechnik* vol. 8 (1958) nr. **11**, pag. 526.

La 26—27 iunie 1958 a avut loc la Dresda, în Republica Democrată Germană, un colocviu dedicat exclusiv tratării problemelor legate de arderea cărbunilor cu mare conținut de săruri.

Sărurile alcaline influențează nefavorabil procesul de ardere și conduc la depuneri pe suprafețele de schimb de căldură și în focare. Cazanele de abur construite după 1945 pentru astfel de cărbuni sînt de două ori mai voluminoase decît pentru cărbuni obișnuiți.

Este de dorit a se ajunge la arderea cărbunilor cu conținut mare de săruri în cazane cu mori și să se găsească mijlocul de a îndepărta sărurile.

Încercările făcute pînă acum nu au dat rezultate satisfăcătoare, nici în Austria și nici în Republica Cehoslovacă. Totuși problema arderii acestor cărbuni trebuie rezolvată și rămîne în continuare o sarcină importantă pentru cercetarea și tehnica din R.D. Germană.

i.s.

628.81/84

Congresul internațional pentru tehnica încălzirii și climatizării *BWK* vol. 10 (1958) nr. **10**, pag. 588.

Între 22 și 26 septembrie 1958 a avut loc la Bruxelles un congres internațional pentru tehnica încălzirii și climatizării la care au participat peste 500 specialiști străini.

Prima parte a lucrărilor a fost dedicată discuției condițiilor optime de muncă și trai din punctul de vedere al temperaturii și umidității mediului înconjurător, atît în regiunile temperate cît și în cele tropicale și subtropicale.

În continuare s-au discutat instalații moderne de încălzire, în special încălzirea prin radiație a mari suprafețe, problemele coroziunii în instalații de încălzire și climatizare și influența dăunătoare a gazelor de ardere asupra clădirilor și vegetației.

Congresul s-a încheiat cu un schimb de experiență în problema sprijinului acordat de stat diferitelor organe tehnico-științifice de cercetări.

i.s.

СОДЕРЖАНИЕ

621.311.22 : 394.96

Sebastian I.: **Пятидесятилетие электрической станции Грозэвешть,** стр. 233

621.311.1(498).003.1

Vicol P.: **Снижение стоимости капиталовложений в электроэнергетическом секторе,** стр. 236

697.34(438)

Stepieni H.: **Основные технические решения в области теплофикации в Польше**

Описывается нынешнее положение и указываются основные направления в области городской и промышленной теплофикации в Польше, с точки зрения теплофикационных централей и подключения к потребителям.

Energetica, **VII** (1959) **№** 6, стр. 240

666.94.003.1

Vlădea I.: **Некоторые вопросы производства цемента, связанные с тепловой характеристикой**

Рассматривается вопрос экономии топлива для клинкерных печей цементных заводов. Указываются факторы, влияющие на расход топлива и отмечается необходимость проведения экспериментальных испытаний для изучения печи в общем, и главным образом топливной форсунки.

Energetica, **VII** (1959) **№** 6, стр. 247

662.61

Herez G.: **Новые методы определения роли гранулометрической структуры топлива в процессе сгорания**

На конкретном примере рассматриваются возможности улучшения процесса сжигания в котлах, в которых горение происходит во взвешенной среде, посредством обеспечения оптимальной гранулометрической структуры топлива (штыб низкосортного угля и мазут).

Energetica, **VII** (1959) **№** 6, стр. 250

621.311.21

Răzvan E.: **Предельная установленная мощность речных гидроэлектрических станций**

Уточняется понятие „предельной установленной мощности" и указывается область его применения. Дается точный метод определения предельной установленной мощности, графоаналитический, а также приблизительный метод, дающий возможность произвести предварительный быстрый расчет.

Energetica, **VII** (1959) **№** 6, стр. 255

ДЛЯ МОЛОДЫХ КАДРОВ

621.316.052.001

Pavel. E.: **Об использовании относительных единиц, в вопросах, связанных с электрическими системами**

При изучении различных вопросов, связанных с электримагнитными системами, применение относительных единиц практикуется в весьма широком масштабе, благодаря значительному упрощению аналитических расчетов. При этом уравнение величин заменяется уравнениями мер (безразмерных). В статье проводится систематизация рассматриваемых вопросов, причем указываются правила, соблюдение которых ведет к предупреждению возможных погрешностей.

Energetica, **VII** (1959) **№** 6, стр. 258

В ПОМОЩЬ ЭКСПЛОАТАЦИИ

621.315.62.015.52.001.5

Marc. D.: **Ряд актуальных аспектов вопроса координирования изоляции**

Вкратце обсуждается проблема координирования изоляции, а также ряд непосредственно связанных с ней вопросов, в свете материалов Международного Энергетического Конгресса.

Energetica, **VII** (1959) **№** 6, стр. 263

РЕЦЕНЗИИ, стр. 267, **ДОКУМЕНТАЦИЯ.** стр. 268

INHALTSVERZEICHNIS

621.311.22 : 394.96

Sebastian I. : **50 jähriges Jubiläum des Kraftwerks Grozăvești,** S. 233

621.311.1(498).003.1

Vicol P. : **Herabsetzung der Investitionskosten in der Elektrizitätswirtschaft,** S. 236

697.34(438)

Stepieni H. : **Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Fernheizung in Polen**

Es werden der gegenwärtige Zustand und die wichtigsten Entwicklungslinien der städtischen und der Industriefernheizung in Polen, insbesondere mit Bezug auf die Wärmekraftwerke und die Heizanschlüsse, dargelegt.

Energetica, **VII** (1959) H. 6, S. 240

666.94.003.1

Vlădea I. : **Wärmewirtschaftliche Fragen der Zementerzeugung**

Es wird die Möglichkeit der Brennstoffeinsparung beim Betrieb von Klinköfen in Zementwerken erörtert. Die den Brennstoffverbrauch bestimmenden Umstände werden, mit Hinweis auf die für den wirtschaftlichen Betrieb der Brennöfen und des Brennstoffbeschickers erforderlichen Versuche dargelegt.

Energetica, **VII** (1959) H. 6, S. 247

662.61

Herez G. : **Neue Verfahren zur Bestimmung der für den Brennvorgang günstigsten Kohlenkörnung**

Es werden die Möglichkeiten untersucht, in einem gegebenen Fall den Brennvorgang bei Kohlenstaubfeuerung durch Gewährleistung der optimalen Körnung des Brennstoffs zu verbessern. Es haldelt sich im untersucht en Falle um mindervertighe Braunkohlen und Heizöl.

Energetica, **VII** (1959) H. 6, S. 250

621.311.21

Răzvan E. : **Ausgebaute Grenzleistung von Flusskraftwerken**

Der Begriff der „ausgebauten Grenzleistung" wird, mit Festlegung des entsprechenden Verwendungsbereichs, untersucht. Für die Berechnung der ausgebauten Grenzleistung werden ein zu genauen Ergebnissen führendes Verfahren, ein graphisches sowie ein überschlägliches Verfahren angegeben, letzteres für vorläufige Schätzungen.

Energetica, **VII** (1959) H. 6, S. 255

FÜR JUNGE KADER

621.316.052.001

Pavel E. : **Anwendung relativer Einheiten bei Berechnung elektrischer Netze**

Die Inanspruchnahme relativer Einheiten für die Untersuchung der verschiedenen bei Berechnung elektrischer Netze entstehenden Fragen hat, angesichts der sich, aus Anwendung von dimensionslosen Massverhältnissen an Stelle von Grössenverhältnissen ergebenden weitgehenden Vereinfachung der analytischen Berechnungen, eine grosse Verbreitung erfahren.

Der Verfasser versucht den diesbezüglichen Stoff zu ordnen und erörtert die für die Vermeidung etwaiger Fehler zu befolgenden Regeln.

Energetica, **VII** (1959) H. 6, S. 258

FUR DAS BETRIEBSPERSONAL

621.315.62.015.52.001.5

Mark D. : **Einige zeitgemässe Fragen der Isolierungskoordinierung**

Die Isolierungskoordinierung wird im Zusammenhang mit anderen Fragen, auf Grund der Berichte der I. E. C. kurz erörtert.

Energetica, **VII** (1959) H. 6, S. 263

REZENSIONEN, S. 267, **DOKUMENTIERUNG,** S. 268

SOMMAIRE

621.311.22 : 394.96

Sebastian I.: **Le jubilé de cinquante ans de la centrale électrique Grozăveşti**, p. 233

621.311.1(498).003.1

Vicol P.: **La reduction du coût des investitions dans le secteur électrique**, p. 236

697.34(438)

Stepieni H. : **Les solutions techniques principales dans le domaine du chauffage à distance en Pologne**

L'auteur présente le stade actuel et les principales tendances de développement du chauffage à distance urbain et industriel en Pologne, considérés au point de vue des centrales de chauffage à distance et des raccords aux consommateurs.

Energetica **VII** (1959) No. 6 p. 240

666.94.003.1

Vlădea I. : **Quelques problèmes thermiques dans la fabrication du ciment**

On analyse le problème de l'économie de combustible dans les fours à clinker des fabriques de ciment. On indique les facteurs qui sont susceptibles d'influencer la consommation du combustible ainsi que la nécessité d'effectuer des expériences en vue d'étudier l'exploitation rationnelle du four et spécialement de l'injecteur de combustible.

Energetica **VII** (1959) No. 6 p. 247

662.61

Hercz G. : **Nouvelles méthodes de détermination du rôle de la structure granulométrique du combustible dans le procès de combustion**

L'auteur étudie, à base d'un cas donné, les possibilités d'amélioration du procès de combustion dans les chaudières utilisant le combustible pulvérisé, en assurant des valeurs optimum à la structure granulométrique du combustible (charbon brun pulvérisé de qualité inférieure et mazout).

Energetica **VII** (1959) No. 6 p. 250

621.311.21

Răzvan E. : **La puissance limite installée dans les usines hydroélectriques fluviales**

On définit la notion de „puissance limite installée" et l'on indique sa sphère d'application. Afin de déterminer la puissance limite installée, on démontre une méthode exacte, une méthode graphique ainsi qu'une méthode approximative qui permet un calcul préliminaire rapide.

Energetica **VII** (1959) No. 6 p. 255

A L'USAGE DES JEUNES CADRES

621.316.052.001

Pavel E. : **L'utilisation des unités relatives dans le problème des systèmes électriques**

L'utilisation des unités relatives dans l'étude des différents problèmes posés par les systèmes électriques a subi une grande extension, étant donné l'avantage d'obtenir des simplifications appréciables dans le calcul analytique, en remplaçant les relations dimensionnelles par les relations de mesures (adimensionnelles).

L'article poursuit la systématisation de ces connaissances, en indiquant les règles à suivre afin d'éviter les erreurs possibles.

Energetica **VII** (1959) Nr. 6 p. 258

POUR LE PERSONNEL DE L'EXPLOITATION

621.315.62.015.52.001.5

Marc D. : **Quelques aspects actuels du problème de la coordination de l'isolation**

L'article résume le problème de la coordination de l'isolation ainsi que certains problèmes qui s'y relient directement, à base des rapports C. E. I.

Energetica **VII** (1959) Nr. 6 p. 263

RECENSIONS, p. 267, **DOCUMENTATION**, p. 268

CONTENTS

621.311.22.394.96

Sebastian I.: **Half a century operation of the Power Station Grozăveşti**, p. 233

621.311.1(498).003.1

Vicol P.: **Reduction of the investment costs in the power department**, p. 236

697.34(438)

Stepieni H. : **Distance heating in Poland; principal technical solutions**

The author shows the actual stage and the principal trends of development for industrial and town distance heating in Poland, considering the distance heating plants and the connexion of the consumers.

Energetica **VII** (1959) Nr. 6 p. 240

666.94.003.1

Vlădea I.: **Some thermic problems in cement production**

The fuel economy problem is analysed in the case of clinker furnaces in cement plants. The causes which may influence the fuel consumption are shown and also the necessity of experiments to study the rational use of the whole furnace and especially of the fuel injector. In this case the trials on models are indicated, because the study of the combustion cannot be done on the working furnace, the technological process of the clinker giving the same products as the combustion.

Energetica **VII** (1959) Nr. 6 p. 247

662.61

Hercz G. : **New methods for determining the part of the fuel's granulometric structure in the combustion process**

The study the author makes on a given case shows the possibilities of improving the combustion process in boilers burning pulverised fuel. This is done by assuring optimal values of the fuel's granulometric structure (pulverised inferior brown coal and fuel oil).

Energetica **VII** (1959) Nr. 6 p. 250

621.311.21

Răzvan E.: **Limit installed power in hydroelectric fluvial plants**

The „limit installed power" is defined and the sphere of application of this notion is shown. To determine the limit installed power, the author indicates one exact method, a graphic one and also an approximative method, permitting rapid preliminary computations. In the example the graphic method is shown and it is especially stressed that for retentions above a given value, the increase of the downstream level does not limit the increase of power.

Energetica **VII** (1959) Nr. 6 p. 255

FOR YOUNG ENGINEERS

621.316.052.001

Pavel E. : **Using relative units for network computing**

The use of relative units was extensively developed by studying the various problems of the electric networks because an appreciable simplification of the analytical calculus can be obtained, by introducing (adimensional) relations of measure instead of dimensional relations.

The article classifies these notions, indicating the rules to be followed for avoiding any possible errors.

Energetica **VII** (1959) Nr. 6 p. 258

FOR THE MAINTENANCE TEAM

621.315.62.015.52.001.5

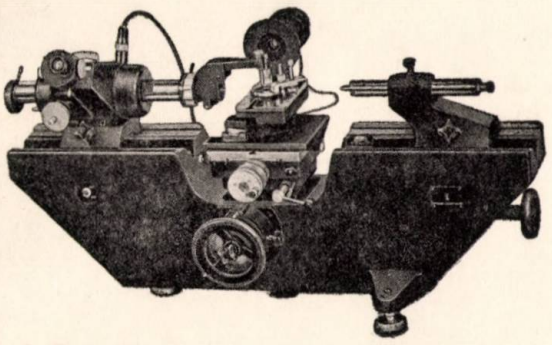
Marc D. : **Some actual aspects in the problem of the insulation coordination**

The article deals shortly with the problem of the coordination of the insulation and with some other directly related problems on the basis of I. E. C. papers.

Energetica **VII** (1959) Nr. 6 p. 263

BOOK REVIEW, p. 267, **DOCUMENTATION**, p. 268

CARL ZEISS JENA



VEB Carl Zeiss JENA

APARAT UNIVERSAL
DE MĂSURĂ A LUNGIMILOR

UN APARAT UTILIZABIL MULTILATERAL PENTRU MĂSURAREA DIRECTĂ A LUNGIMILOR ŞI FILETELOR INTERIOARE ŞI EXTERIOARE

UTILARE DEOSEBITĂ CU „OCHI MAGIC" PENTRU MĂSURĂRI FĂRĂ FORŢE

DIAMETRUL MIC DE SONDARE DE LA 1 PÎNĂ LA 20 MM

Scala: 1 μ

VIZITAŢI TIRGUL DE TOAMNĂ DE LA LEIPZIG
30 AUGUST — 6 SEPTEMBRIE 1959

CĂRŢI SOVIETICE NOI

Veinik A. I.: **Calculul aproximativ al proceselor de conductibilitate termică.** Gosenergoizdat

În monografie se expune metoda aproximativă de calcul al proceselor de conductibilitate termică, bazată pe eliminarea inițială din ecuațiile diferențiale corespunzătoare balanței termice a uneia sau unora dintre variabilele independente (de exemplu coordonatele spațiale). Prin această metodă sînt rezolvate principalele probleme ale teoriei conductibilității termice. Lucrarea se adresează inginerilor, tehnicienilor și cercetătorilor științifici.

*

* * *: **Probleme în legătură cu alimentarea cu energie electrică a agriculturii.** Editura Academiei de Ştiinţe Agricole a R.S.S. Ucrainiene.

Sînt atinse problemele actuale în legătură cu calitatea energiei electrice și cu alimentarea consumatorilor agricoli. Se expun căile de ieftinire a construcțiilor de stații și instalații de distribuție, a introducerii automatizării etc. Cartea este ilustrată cu grafice, scheme și fotografii. Se adresează specialiștilor care se ocupă cu problemele electrificării agriculturii.

*

Konakov P. K.: **Teoria similitudinii și utilizarea ei termotehnică.** Gosenergoizdat.

Sînt cercetate ecuațiile proceselor mișcării în medii continui și condițiile de mondromie ale acestor ecuații, bazele teoriei similitudinii, se dau exemple de utilizare a acestei teorii în unele probleme de termotehnică. Cartea se adresează inginerilor termotehnicieni.

*

* * *: **Linii de transport electric de înaltă tensiune.** Culegere de articole. Traducere din engleză și germană (Seria „Energetica peste hotare"), Gosenergoizdat.

Sînt descrise noile linii de transport electric în străinătate, se dau date asupra construcției reazemelor, armăturii, cablului și izolatoarelor. Se reflectă experiența exploatării liniilor de transport electric de înaltă tensiune. Lucrarea se adresează inginerilor și tehnicienilor care se ocupă de proiectarea și exploatarea liniilor de transport electric de înaltă tensiune.

*

Levkovici V. V.: **Noi metode de stabilire a pierderilor de căldură în rețeaua de apă a termocentralelor în cazul unui regim inconstant de temperatură al mediului calorifie.** Izdanie Beloruscovo politehniceskovo instituta

Cartea privește cercetările asupra influenței schimburilor exterioare de căldură asupra temperaturi cîmpului curentului turbulent de lichid, care trece printr-o conductă cu secțiune transversală circulară. Se prelucrează o nouă metodică de experimentare a rețelelor termice cu apă, relevîndu-se influența condițiilor individuale ale regimului de lucru al diverselor părți ale rețelii asupra mărimii cantității de căldură ce se pierde în acestea. Se adresează personalului tehnico-ingineresc al termocentralelor și cercetătorilor științifici în domeniul problemelor de cercetări termice.

*

* * *: **Culegere de lucrări ale catedrei de „Termotehnică generală și teoretică" a Institutului politehnic din Bielorusia.** Izdanie Beloruskovo politehniceskovo instituta

Culegerea cuprinde cercetări teoretice și experimentale asupra proceselor de schimb de căldură și masă, ce au loc în instalațiile tehnologice ale uzinelor de construcții de mașini și în instalațiile energetice. Se studiază problemele: schimbul de căldură în timpul topirii metalelor și solidificării pieselor turnate; conductibilitatea termică variabilă în corpuri stratificate (cu mai multe strate); analiza procesului de schimb de căldură prin radiație între corpuri situate la distanță mare unul de celălalt; teoria ejectorului; mișcarea particulelor într-un curent curbiliniu de gaze etc. Pentru cercetători, ingineri și tehnicieni din domeniul termotehnicii.

*

* * *: **Telemecanizarea sistemelor energetice** — Culegere de articole. Traducere din engleză și germană (Seria „Energetica peste hotare"). Gosenergoizdat

Articolele culegerii se referă la construcția sistemelor de telecomandă și telemăsură care folosesc canale cu unde de înaltă frecvență și ultra-scurte. Se dau analize asupra volumului telemecanizării în sistemele energetice, Pentru specialiștii care se ocupă cu automatizarea și telemecanizarea sistemelor energetice.

LEI 5

E 2039

R

REFERATIVA

ENERGETICA

7

Energetica — București

Anul VII ★ iulie

1959

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. ing. I. D. STĂNCESCU, redactor responsabil, conf. ing. C. MIHĂILEANU, redactor responsabil adjunct, conf. ing. I. A. BADEA, prof ing. M. BERCOVICI, membru corespondent al Academiei R. P. R., laureat al Premiului de Stat, ing. M. COGĂLNICEANU, conf. ing. E. CONSTANTINESCU, ing. P. DIMO, laureat al Premiului de Stat, prof. ing. C. DINCULESCU, membru corespondent al Academiei R. P. R., ing. I. V. HERESCU, conf. ing. N. MOLDOVEANU, prof. ing. C. PENESCU, ing. T. POPA, ing. S. SĂNDULESCU şi ing. P. VICOL

PLANUL TEMATIC AL REVISTEI „ENERGETICA" PE ANUL 1959

(*Continuare din numărul 6*)

B_4) ELECTROENERGETICA

— **Mijloacele auxiliare de calcul pentru studiul sistemelor energetice : modele, analizatoare, calculatoare.**
— **Stabilitatea statică şi dinamică a sistemelor energetice.**
— **Studii teoretice şi constatări experimentale.**
— **Automatizarea în sistemele energetice.**
— **Tratarea neutrului în sistemele energetice. Soluţii indicate pentru R.P.R.**
— **Liniile aeriene cele mai indicate pentru R.P.R.**
— **Linii aeriene pentru electrificări rurale.**
— **Sisteme de protecţie în sistemele energetice moderne cu posibilităţi de aplicare în reţelele noastre.**
— **Supratensiuni şi protecţia împotriva lor în sistemele energetice din R.P.R.**
— **Folosirea aluminiului în construcţia liniilor de transport şi distribuţie cît şi în instalaţii interioare.**
— **Rolul şi funcţiunile conductoarelor de protecţie şi a punerii la pămînt a stîlpilor pentru reţelele de înaltă tensiune.**
— **Tensiunea optimă, în condiţiile din R.P.R., pentru electrificări rurale.**
— **Influenţa chiciurii asupra liniilor de înaltă tensiune. Măsuri pentru evitarea depunerii chiciurii.**
— **Tendinţe noi în proiectarea şi construirea liniilor şi staţiilor de înaltă tensiune.**
— **Sisteme de comunicaţie telefonică pe linii de înaltă tensiune.**
— **Pierderile în reţele, normarea şi reducerea lor.**
— **Tracţiunea electrică şi Diesel electrică.**
— **Sisteme moderne de electrificare c.f.**
— **Scheme şi dispoziţii economice pentru staţii de 6—35 kV. Celule prefabricate.**
— **Posturi de transformare mobile pentru consumatori sezonieri şi electrificări agricole.**
— **Telemecanica în sistemele energetice.**
— **Tendinţe noi în construcţia camerelor de comandă.**

B_5) HIDROENERGETICA

— **Lucrări hidrografice în scopuri hidroenergetice.**
— **Metode rapide pentru determinarea principalelor caracteristici hidrografice-energetice ale unui curs de apă.**
— **Hidroenergetica în planurile de amenajare complexă a cursurilor de apă.**
— **Cercetarea eficienţei unei acumulări de interes hidroenergetic în cadrul unui plan de gospodărie complexă a apelor.**
— **Problema compensării debitelor în cadrul amenajărilor hidroelectrice.**
— **Regimul de funcţionare al uzinei hidroelectrice.**
— **Studii şi probleme de viitor ale uzinelor fluviale în R.P.R.**
— **Centralele hidroelectrice cu pompaj.**
— **Probleme de economie a amenajărilor hidroenergetice.**
— **Indicii de producţie ai centralelor hidroelectrice.**
— **Exploatarea construcţiilor de interes hidroenergetic în timpul iernii.**
— **Mecanizarea şi automatizarea amenajărilor hidroelectrice.**
— **Tipizarea elementelor de construcţii şi mecanice ale amenajărilor hidroenergetice.**
— **Tipuri de turbine, folosirea lor la diferite tipuri de uzine hidroelectrice.**
— **Turbinele microcentralelor rurale.**
— **Probleme de exploatare a echipamentului hidromecanic şi influenţa asupra proiectării.**

B_6) ENERGETICA NUCLEARĂ

— **Folosirea energiei nucleare în centrale atomoelectrice.**
— **Procese de bază în tehnica obţinerii energiei nucleare.**
— **Reactoare pentru centrale atomoelectrice.**
— **Scheme termice pentru centrale atomoelectrice.**
— **Probleme de reglaj în centrale atomoelectrice.**
— **Aspectul economic al folosirii energiei nucleare pentru producerea de energie electrică.**
— **Studiul construcţiei de centrale atomoelectrice în diferite ţări.**
— **Obţinerea de energie electrică din reacţii termonucleare dirijate.**

C) RUBRICI SPECIALIZATE PE ANUMITE ASPECTE SPECIFICE

a) **„Din experienţa întreprinderilor" şi „În ajutorul exploatării" conţin prezentări scurte ale realizărilor obţinute de oamenii muncii din ţara noastră în instalaţiile energetice.**

b) **„Pentru noile cadre" cuprinde articole de sinteză sau de aplicare pe exemple numerice concrete ale unor metode noi servind pentru orientarea tinerilor ingineri.**

c) **„Energetica peste hotare" descrie realizări sau proiectări energetice din altă ţară.**

d) **„Discuţii" ce sînt purtate asupra unor lucrări sau articole deja apărute constînd dintr-o luare de poziţie şi eventual un răspuns.**

e) **„Din activitatea ASIT" în care se descriu şi popularizează acţiunile ASIT-ului în general, şi în special ale secţiei de specialitate a Consiliului Central şi a secţiilor de la filiale.**

f) **„Din viaţa asociaţiilor naţionale de ingineri şi energeticieni (resp. electricieni) din alte ţări"**

g) **„Cronica" servind la comunicarea sau reamintirea unor evenimente de interes pentru energeticieni: congrese, conferinţe, aniversări, comemorări, etc.**

h) **„Documentare" conţinînd note scurte cu indicaţii bibliografice complete ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din ţară sau străinătate, care se consideră de către redacţie a fi interesante şi utile cititorilor.**

i) **„Recenzii" care sînt prezentări mai ample şi critice ale unor lucrări de volum şi importanţă rară. Recenzorii, aleşi de redacţie printre persoanele competente în specialitatea respectivă trebuie să facă o critică constructivă a lucrării putînd servi la îmbunătăţirea unor eventuale ediţii ulterioare.**

j) **„Bibliografie" conţinînd doar titlurile unor articole, rapoarte sau referate din ţară sau străinătate care merită a fi semnalate cititorilor revistei, fără a exista însă posibilitatea unei rezumări a lor sub formă de note documentare.**

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R. P. R. şi al Ministerului Industriei Grele. Redacţia : Bucureşti, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 16.78.78 — Administraţia şi Casieria: Bucureşti, Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon : 14.06.24— Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la administraţia revistei, la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T. din întreaga ţară precum şi prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice A.S.I.T. 070124 B.R.P.R. Filiala I.V. Stalin — Bucureşti — Tarif pentru întreprinderi: lei 100 anual. — Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual — Preţul unui exemplar : lei 5. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică Nr. 2, Bucureşti, c. 2843

E 2039

ENERGETICA

ANUL VII Nr. 7 IULIE 1959

SUMAR

32:061.25.051 :338 (R) 02

***: **Zece ani de activitate ASIT în slujba construirii socialismului**

Energetica **VII** (1959) nr. 7, p. 273

621.311.004.2

Podaşcă Gh.: **Schimbul de experienţă în domeniul energiei electrice**

Energetica **VII** (1959) nr. 7, p. 276

621.548 : 621.311.24(498)

Bernfeld D.: **Utilizarea energiei eoliene în R.P.R.**

Se examinează potenţialul eolian al ţării şi, legat de aceasta, posibilităţile de utilizare ale energiei eoliene. Se recomandă a se începe prin realizarea unor instalaţii eoliene de ridicare a apei, acolo unde lipsesc alte surse energetice locale şi unde alimentarea nu se poate face în mod economic de la reţeaua electrică a sistemului energetic.

Energetica **VII** (1959) nr. 7, p. 278

536.6.081 : 662.614

Vlădea I.: **Introducerea noilor unităţi de măsură în termotehnică**

În lucrare se tratează modalitatea practică şi integrală de introducere în termotehnică şi în domeniile înrudite a noilor unităţi, rezultate din aplicarea sistemului M K S A°K adoptat de congresele energetice internaţionale, precum şi consecinţele acestei aplicări asupra exprimării mărimilor termotehnice în noile unităţi.

Energetica **VII** (1959) nr. 7, p. 285

662.951.2 : 66/69

Veress Z.: **Arzătoare industriale**

După ce se analizează pe scurt flacăra industrială de gaz, suptoarele şi arzătoarele adecvate, autorul face o clasificare şi descriere a diferitelor tipuri de arzătoare industriale în vederea o folosire mai raţională a acestora în funcţie de caracteristicile lor constructive şi care să asigure condiţii optime de exploatare, formînd un complex armonios între parametrii de bază, cantitatea de căldură, lungimea, temperatura şi volumul flacării, temperatura şi volumul focarului.

Energetica **VII** (1959) Nr. 7, p. 288

621.594.221 : 621.316.98.024.2

Drăgan G.: **Despre parametrii curentului de trăznet. Analizarea metodelor de măsurare şi a rezultatelor obţinute prin aceste metode**

Se analizează rezultatele obţinute de diferiţi cercetători privind parametrii curenţilor de trăznet pe baza de măsurători. După ce se subliniază că deosebirile dintre rezultate se datoresc în primul rînd metodelor diferite de măsurare utilizate, se insistă asupra necesităţii stabilirii unor metode unice, ceea ce va permite compararea şi generalizarea rezultatelor privind aceşti parametrii.

Energetica **VII** (1959) nr. 7, p. 295

620.9(497.2)

ENERGETICA PESTE HOTARE

Stănoiu N.: **Energetica Republicii Populare Bulgaria**

Energetica **VII** (1959) nr. 7, p. 304

DIN ÎNTREPRINDERI ● DIN ACTIVITATEA ASIT
CRONICĂ ● DOCUMENTARE ● RECENZII

În Editura Tehnică a apărut:

Analiza sistemelor electroenergetice prin separarea nodurilor și utilizarea curenților de scurtcircuitare

de **Paul Dimo**, 294 pag., 16 lei

După examinarea critică a unor principii generale de analiză a regimurilor de funcționare și a stabilității sistemelor electroenergetice, este prezentată o nouă metodă de studiu al regimurilor staționare și variabile ale sistemelor. Metoda, constînd în separarea nodurilor rețelei și înlocuirea legăturilor cu sistemul prin curenți de scurtcircuit, urmată de analiza fiecărui nod cu ajutorul unei diagrame, poate fi utilizată atît în proiectarea cît și în exploatarea sistemelor electroenergetice.

Lucrarea cuprinde, de asemenea, descrierea unui dispozitiv mecanic — analizînd grafic — cu ajutorul căruia metoda poate fi aplicată practic.

Expunerea este însoțită de exemple de aplicare a metodei la rezolvarea unor probleme caracteristice intervenite în practica de proiectare și de exploatare a sistemelor electroenergetice.

Lucrarea se adresează inginerilor și tehnicienilor din sectorul energiei electrice.

ENERGETICA

ANUL VII
1959
Nr. 7
IULIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

MŰSZAKI EGYESÜLETEK ORSZÁGOS-MŰSZAKI KÖNYVTÁRA 1963

Zece ani de activitate ASIT în slujba construirii socialismului

Sub conducerea clasei muncitoare, în frunte cu detașamentul său de avangardă — Partidul Muncitoresc Romîn — țara noastră a devenit în anii puterii populare un stat industrial-agrar în plină dezvoltare, înzestrat cu o tehnică a producției înaintată, al cărei nivel se ridică continuu în toate ramurile economiei naționale.

Oamenii muncii din țara noastră, în trecut asupriți și exploatați de către capitaliștii și moșierii autohtoni și de către monopoliștii de peste hotare, au devenit stăpînii țării și ai bogățiilor ei, stăpînii propriei lor vieți, și luptă cu dragoste și avînt pentru construirea noii orînduiri. Rezultatele acestei lupte sînt din ce în ce mai măreție, mai evidente.

Au fost create și dezvoltate numeroase ramuri ale industriei, și în primul rînd industria constructoare de mașini, care determină în mod esențial ritmul și proporțiile progresului tehnic în ansamblul economiei naționale. Noile orașe apărute pe harta țării, hidrocentralele și termocentralele ridicate în ultimii ani, nenumăratele întreprinderi industriale din toate ramurile de producție reprezintă tot atîtea victorii în aplicarea de către partid a politicii leniniste de industrializre a țării. În prezent, producția industriei noastre constructoare de mașini este de 7,5 ori mai mare decît cea realizată în 1938, iar producția industriei chimice va depăși, la sfîrșitul anului, de zece ori nivelul din 1938. Producția globală industrială a țării a depășit de patru ori pe cea din 1938. Productivitatea muncii, factor fundamental pentru victoria noii orînduiri socialiste, a crescut în perioada 1950—1958 cu 86%.

Țărănimea muncitoare, îndrumată de partid, participă activ la opera de construire a vieții noi la sate, îndreptîndu-se tot mai hotărît spre formele socialiste de muncă, astfel încît sarcina trasată de Congresul al doilea al Partidului de a se asigura rolul precumpănitor al sectorului socialist în agricultură, atît ca suprafață cît și ca producție agricolă-marfă, se realizează cu succes. Alianța dintre clasa muncitoare și țărănimea muncitoare — temelia regimului democrat-popular — se întărește și mai mult prin aplicarea recentului Decret al Prezidiului Marii Adunări Naționale cu privire la lichidarea rămășițelor oricăror forme de exploatare a omului de către om în agricultură.

Munca intelectuală se bucură în țara noastră de un sprijin puternic și de o prețuire înaltă din partea partidului și a întregului popor și aduce o contribuție rodnică la înflorirea culturii și artei. Intelectualitatea noastră își leagă tot mai strîns activitatea creatoare de cerințele construirii socialismului, sprijinind cu hotărîre politica Partidului Muncitoresc Romîn. Ea își dovedește prin fapte atașamentul și dragostea nețărmurită față de regimul democrat-popular.

În anii puterii populare au fost deschise larg căile spre cultură tuturor oamenilor muncii. Hotărîrea partidului și guvernului privind îmbunătățirea învățămîntului seral și fără frecvență în școli și facultăți creează noi posibilități ca oamenii muncii și fiii acestora să-și poată îmbogăți mereu nivelul lor de cunoștințe, pentru ca din rîndurile clasei muncitoare să se ridice zi de zi noi inteectuali, noi cadre de tehnicieni devotați intereselor poporului și cauzei socialismului.

Regimul democrat-popular a descătușat pe deplin energia și inițiativa oamenilor muncii eliberați de exploatare. Numai în condițiile puterii populare, talentul și capacitatea de muncă și de creație a oamenilor de știință și cultură, a inginerilor și tehnicienilor au căpătat posibilitatea unei dezvoltări libere în folosul poporului muncitor.

Condițiile create de regimul de democrație populară au permis ca ideile îndrăznețe ale multor ingineri și tehnicieni de seamă, al căror talent ar fi rămas în trecut nefolosit, să poată fi traduse în viață, făcînd cunoscute succesele activității noastre științifice și tehnico-inginerești pînă departe, dincolo de hotarele țării.

Asemenea succese de valoare mondială sînt lucrări ale acad. G. Macovei, acad. Al. Codarcea, Dumitru Ștefănescu, în domeniul geologiei, mineralogiei și petrolului, ale acad. Traian Săvulescu și acad. Gh. Ionescu-Sisești. De asemenea acad. dr. ing. C. Nenițescu și colectivul său au realizat numeroase și remarcabile lucrări în industria chimică de sinteză organică, acad. Horia Hulubei în problemele fizicii nucleare, acad. Elie Carafoli în domeniul aerodinamicii.

În ultimii ani, inginerii și tehnicienii din țara noastră au realizat numeroase lucrări științifice și tehnice deosebit de valoroase. Printre acestea pot fi amintite: obținerea clorurii de vinil monomer și polimer — de către colectivul ing. Mihail Raul și dr. chimist Valeriu Vîntu; proiectarea și realizarea mașinilor agregat de Uzinele Steagul Roșu — de către un colectiv format din ing. Paul Deak și alții; realizarea mașinii de echilibrare dinamică — de către ing. Dan Teodorescu; prețioase lucrări în domeniul creării unor soiuri noi în pomicultură și floricultură — ale biologului Palocsay Rudolf. Un succes deosebit de interesant este de asemenea obținerea de către inginerii și tehnicienii noștri a cocsului metalurgic, din cărbuni socotiți pînă acum necocsificabili.

Asemenea succese obținute în știința și tehnica noastră sînt datorite politicii regimului nostru democrat-popular, prin aplicarea căreia s-au produs schimbări fundamentale în sînul intelectualității tehnice. Inginerii și tehnicienii nu mai lucrează astăzi pentru a crea profituri unor grupuri de exploatatori. Munca lor servește întregului popor. Ei sînt devotați regimului democrat-popular, pentru că acesta este singurul care le oferă posibilități nelimitate de dezvoltare, de realizare practică a capacității și experienței lor.

O influență favorabilă în această transformare a intelectualității tehnice a avut și tradiția moștenită de la inginerii și tehnicienii din trecut care s-au distins în lupta pentru dezvoltarea tehnicii românești în condițiile grele create de aservirea ei capitaliștilor străini.

Un rol important în mobilizarea inginerilor și tehnicienilor pentru realizarea grandioaselor sarcini trasate de partid îl are Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor — ASIT, de la a cărei înființare se împlinesc zece ani.

În cursul acestui deceniu de activitate, ASIT, creație a inginerilor și tehnicienilor devotați cauzei construirii socialismului și însuflețiți de nemuritoarea ideologie marxist-leninistă, s-a dovedit a fi, sub îndrumarea și cu sprijinul partidului, un mobilizator eficace al eforturilor constructive depuse de cadrele noastre de ingineri și tehnicieni în slujba economiei socialiste și un exponent de seamă al intelectualității tehnice din țara noastră. Aniversarea din acest an este un prilej deosebit de trecere în revistă a felului în care inginerii și tehnicienii, grupați în jurul ASIT, și-au

adus contribuția la înfăptuirea sarcinilor trasate de partid în domeniul economiei.

Asociațiile tehnico-inginerești au în țara noastră o veche tradiție. Asemenea asociații, care înmănuncheau eforturile inginerilor și tehnicienilor romîni pentru dezvoltarea industriei și agriculturii, au fost Societatea Politehnică — de la a cărei înființare au trecut aproape 80 de ani, Asociația Subinginerilor din Romînia — cea mai veche asociație de tehnicieni din țară, Asociația Generală a Inginerilor din Romînia, creată după primul război mondial, Societatea Progresul Silvic etc.

Naționalizarea principalelor mijloace de producție și trecerea la planificarea economiei, avînd drept consecință creșterea rolului social al inginerilor și tehnicienilor, au făcut necesară organizarea acestora pe baze noi.

* * *

Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor a unificat toate asociațiile profesionale de specialitate tehnico-inginerești din țară. În anul 1954 a fuzionat cu ASIT și Societatea Științelor Agricole „V. I. Miciurin", ASIT cuprinzînd astfel, pentru prima oară în istoria organizațiilor noastre tehnico-inginerești, toate cadrele tehnice din țara noastră.

Scopul Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor este promovarea pe toate căile a progresului tehnicii în țara noastră. Ea este asociația de specialitate a cadrelor tehnice și cuprinde organizatoric marea majoritate a inginerilor și tehnicienilor din fabrici și uzine, institute academice și de cercetări, învățămînt etc. Prin caracterul și componența ei, ASIT activează pe linia asigurării legăturilor dintre teorie și știință pe de o parte și practica producției bunurilor materiale, tehnica, pe de altă parte. Sarcina de bază a Asociației este promovarea noului în tehnică, găsirea de noi și valoroase soluții tehnico-economice problemelor pe care le pune practica producției. Obiectivul primordial al Asociației este, în consecință, crearea unui puternic curent de opinie, a unei adevărate mișcări de masă în favoarea progresului tehnic, a aplicării celor mai moderne metode de producție.

Pe această linie preocupările esențiale ale Asociației sînt: ridicarea productivității muncii, îmbunătățirea calității produselor, scăderea prețului de cost — sarcini de onoare puse în fața oamenilor muncii din țara noastră de Congresul al II-lea al Partidului.

În vederea realizării acestor obiective, Asociația și-a orientat activitatea spre introducerea tehnicii noi, organizarea științifică a producției, îmbunătățirea pregătirii cadrelor tehnice, urmărind să obțină rezultate practice eficiente, nemijlocit aplicabile în producție.

Pentru introducerea tehnicii noi în întreprinderile noastre, ASIT a folosit mai ales calea dezbaterii problemelor producției în consfătuiri organizate de cercurile ASIT din întreprinderi, de comitetele filialelor cît și de Consiliul Central ASIT. Aceste consfătuiri reprezintă un aport de seamă la dezvoltarea activității tehnico-științifice în țara noastră, la formarea de legături trainice între oamenii de știință și producție și au avut o influență pozitivă asupra modului de a gîndi al cadrelor tehnice.

Deosebit de importantă este contribuția adusă de consfătuiri la cunoașterea metodelor înaintate ale tehnicii sovietice, factor determinant al succeselor obținute de inginerii și tehnicienii noștri.

Un rol de prim ordin în activitatea Asociației l-au avut sesiunile tehnico-științifice, la care au fost atrași cei mai buni specialiști, lărgindu-se astfel cercul celor care contribuie la rezolvarea problemelor producției cu mijloacele tehnicii noi.

Consfătuirile și mai ales sesiunile tehnico-științifice au dus la un rodnic schimb de opinii, una dintre cele mai importante metode de muncă în cadrul Asociației.

Asociația, prin Secția de specialitate Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central, s-a preocupat de îmbunătățirea factorului de putere la întreprinderi, de normarea și reducerea consumurilor de energie electrică și de energie în general și astfel s-a reușit să se creeze o preocupare permanentă în rîndurile energeticienilor pentru studierea continuă a acestor probleme, obținîndu-se rezultate dintre cele mai bune. În numeroase filiale și cercuri s-au organizat studii privind gospodărirea energetică și în special a energiei electrice, stabilindu-se norme și măsuri pentru reducerea consumurilor de energie electrică.

În ceea ce privește justa utilizare a materiilor prime, au fost atacate în primul rînd problemele dezvoltării ramurilor industriei care au o puternică bază de materii prime, cum este industria chimică.

Asociația a obținut rezultate deosebite și în acțiunea sa pentru exploatarea optimă a utilajului existent în uzinele și fabricile noastre, pentru folosirea cît mai completă a capacității de producție a mașinilor și agregatelor. Ea luptă în continuare cu succes pentru modernizarea agregatelor și utilajelor și pentru adaptarea unor dispozitive care să îmbunătățească exploatarea.

Unul dintre cele mai importante mijloace de introducere a tehnicii noi fiind mecanizarea — factor esențial în continua ridicare a productivității muncii — ASIT a pus un accent deosebit pe intensificarea mecanizării, atît a principalelor procese de producție, cît și a celor auxiliare, în special în ramurile caracterizate printr-un mare volum de muncă, preocupîndu-se în același timp și de extinderea micii mecanizări, care creează avantaje economice însemnate și asigură condițiile necesare unei producții ritmice. ASIT și-a adus contribuția și în problema introducerii treptate a automatizării, care este chemată să îndeplinească un rol din ce în ce mai important în planurile de perspectivă ale dezvoltării industriei noastre.

O sarcină dintre cele mai importante care revine Asociației este stimularea și sprijinirea muncii de inovație, cum și generalizarea inovațiilor, mijloc sigur de introducere a noului în tehnică. Prin colaborarea cercurilor ASIT cu cabinetele tehnice din întreprinderi și cu sindicatele, activitatea de inovații a fost îmbunătățită.

Punînd în practică indicațiile tovarășului Gh. Gheorghiu-Dej de la plenara din noiembrie 1958 a C.C. al P.M.R., Asociația noastră va pune și mai mult accentul pe sprijinirea inovatorilor, cei mai apropiați colaboratori ai corpului tehnic.

În munca sa pentru promovarea progresului tehnic ASIT colaborează cu institutele de cercetări de toate categoriile, preluînd unele dintre rezultatele cercetărilor acestora și preocupîndu-se de introducerea lor în practică. Efectele acestei colaborări au fost dintre cele mai rodnice. Ele s-au resimțit, de exemplu, favorabil în probleme importante pentru economia națională, cum sînt: probleme ale electrificării rurale, protecția telecomunicațiilor, mărirea turațiilor la războaie, combaterea eroziunii solului și plantarea pe terenuri nisipoase etc.

Pe linia organizării științifice a producției industriale, Asociația s-a preocupat în primul rînd de obținerea unei înalte eficiențe economice a producției, avînd în această problemă sprijinul permanent al organizațiilor de partid și sindicale. Ea a luptat pentru organizarea optimă a tehnologiei în întreprinderi, pentru obținerea unor indici de producție, de productivitate, de calitate și de preț de cost dintre cei mai favorabili.

ASIT a înregistrat succese și pe linia perfecționării producției, prin asistența tehnică dată întreprinderilor pentru a învinge unele dificultăți specifice. Numeroase colective formate din cei mai competenți specialiști au vizitat în amănunt întreprinderi, analizînd situația organizării producției și recomandînd soluții a căror aplicare a dat bune rezultate. De asemenea, filialele și secțiile de specialitate au adus o contribuție valoroasă la introducerea procedeelor tehnologice corecte, la o mai bună folosire a agregatelor, la asigurarea unei aprovizionări tehnico-materiale ritmice. Ele au sprijinit cu eficacitate industria locală și gospodăria comunală.

Asociația și-a adus contribuția la dezvoltarea și consolidarea sectorului socialist în agricultură, preocupîndu-se de realizarea unei mecanizări complexe a proceselor de producție, de obținerea de îngrășăminte chimice în vederea sporirii fertilității solului și a productivității la hectar.

O altă sarcină de bază a ASIT este buna pregătire a cadrelor tehnice ale patriei noastre, asigurarea înaltului

nivel ştiinţific şi tehnic al acestora, necesar operei de construire a socialismului, de introducere în practică a celor mai noi cuceriri ale ştiinţei şi tehnicii sovietice mondiale.

In vederea realizării acestui scop, Asociaţia a dat o atenţie mereu crescîndă documentării cît mai complete a inginerilor şi tehnicienilor asupra celor mai noi cuceriri ale ştiinţei şi tehnicii, din ţară şi din străinătate, sprijinindu-i astfel în găsirea celor mai economice soluţii de proiectare în diversele ramuri ale economiei.

O preocupare de seamă a Asociaţiei o constituie elaborarea publicaţiilor ASIT, care reprezintă o formă largă de antrenare în activitatea ştiinţifică şi de organizare a producţiei a unui mare număr de cadre tehnice. Ea a activat cu perseverenţă pentru mărirea continuă a numărului acestor publicaţii şi pentru neîntrerupta lor îmbunătăţire calitativă, acordînd o atenţie deosebită justei lor orientări politico-ideologice şi dezbaterii în paginile lor a celor mai actuale preocupări din practica industrială şi a introducerii tehnicii noi în R.P.R. Astăzi în cadrul ASIT se elaborează, în colaborare cu ministerele de resort, 18 reviste tehnice şi o gazetă săptămînală.

O operă de mare amploare a Asociaţiei este Lexiconul Tehnic Romîn, lucrare distinsă cu Premiul de Stat cl. I. O nouă elaborare a acestei opere este în curs. Pînă în prezent au apărut volumele I—V ale acestei enciclopedii tehnice.

Un alt mijloc eficient folosit pentru îmbunătăţirea pregătirii cadrelor tehnice a fost organizarea de către ASIT a unor cursuri de specializare. Astfel în anul 1957—1958 au fost organizate cursuri de mecanizare şi automatizare complexă, avînd scopul de a forma primele cadre de ingineri specializaţi în probleme de automatică. Cursurile au fost completate cu lucrări de laborator şi cu proiecte. Asemenea cursuri de automatizare au fost organizate şi de unele filiale regionale (Ploieşti).

În aceeaşi perioadă de timp s-a organizat de către ASIT un curs pentru inginerii constructori de pe şantiere, privind organizarea lucrărilor şi procedee noi în construcţii şi prefabricatele de beton armat şi de beton precomprimat.

Au fost, de asemenea, organizate cursuri de tehnologia maselor plastice, pentru cadrele tehnice ce vor lucra în marile combinate chimice.

Pornind de la concepţia că tehnica nouă nu reclamă numai ingineri buni, ci şi muncitori, maiştri şi tehnicieni bine calificaţi, conştienţi de rolul lor în producţie, ASIT va organiza, pentru pregătirea temeinică a acestora, cursuri cu caracter tehnico-economic. De asemenea, Asociaţia îşi propune să organizeze, în colaborare cu C.S.P., cursuri pentru muncitorii din industrie şi agricultură.

Pentru întregirea orizontului tehnic al membrilor săi, ca şi pentru popularizarea peste hotare a realizărilor noastre tehnice, ASIT participă la numeroase conferinţe şi lucrări ale unor organizaţii tehnice internaţionale şi organizează excursii tematice în ţările prietene, promovînd în acest fel colaborarea internaţională şi schimbul de informaţii ştiinţifice şi tehnice.

* * *

La împlinirea a zece ani de fructuoasă activitate, de studiere şi difuzare a experienţei membrilor săi în marea masă a cadrelor tehnice, Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor înregistrează frumoase succese. Ea nu şi-a limitat acţiunea la stabilirea în abstract a soluţiilor care să asigure un înalt nivel al producţiei, ci s-a preocupat intens şi de efectiva lor introducere în practică. Asociaţia noastră a luat permanent atitudine împotriva conservatorismului şi a rutinei, reuşind în bună măsură să creeze în rîndurile inginerilor şi tehnicienilor convingerea că ridicarea nivelului de trai al poporului este în directă legătură cu obţinerea unor performanţe superioare în industria ţării. Asociaţia contribuie cu cinste la îndeplinirea directivelor Congresului al II-lea al Partidului Muncitoresc Romîn, cu privire la perfecţionarea întregii producţii industriale şi agricole, pe baza tehnicii celei mai noi şi organizării superioare a producţiei şi luptă cu perseverenţă pentru traducerea în viaţă a sarcinilor plenarei din noiembrie 1958 a C.C. al P.M.R., cu privire la descoperirea şi valorificarea rezervelor existente în economia naţională.

Expunerea tovarăşului Gh. Gheorghiu-Dej, făcută cu prilejul plenarei din noiembrie, conţine un vast program de activitate tehnico-ştiinţific pe baza căruia Asociaţia şi-a alcătuit planul de activitate pe anul în curs.

Potrivit acestui plan de activitate, cercurile ASIT vor dezbate în primul rînd măsurile menite să perfecţioneze tehnica şi organizarea din întreprinderi, vor promova cu fermitate noul, vor duce o muncă hotărîtă pentru mobilizarea tuturor rezervelor interne.

Publicaţiile Asociaţiei vor da un sprijin sporit activităţii cercurilor ASIT, publicînd materiale care să servească direct cadrelor tehnice pentru înfăptuirea sarcinilor trasate de plenară, materiale care să dea răspuns preocupărilor în legătură cu ameliorarea indicilor tehnico-economici şi în special a gradului de utilizare a agregatelor, a consumurilor specifice etc. Publicaţiile vor populariza mai larg colectivele din întreprinderi fruntaşe în lupta pentru îndeplinirea sarcinilor plenarei, îndeplinindu-şi astfel rolul lor de mobilizator al cadrelor tehnice.

Comitetele filialelor şi comitetele secţiilor de specialitate îşi propun organizarea de brigăzi complexe de oameni de ştiinţă şi buni specialişti, legînd astfel ştiinţa de practică şi sprijinind inginerii şi tehnicienii din întreprinderi în perfecţionarea producţiei.

Pentru întărirea conştiinţei profesionale a inginerilor, tehnicienilor şi muncitorilor, cum şi pentru mai buna lor pregătire, cercurile ASIT vor înfiinţa noi cursuri, seminarii, prelegeri, iar comitetele filialelor vor organiza pe scară mai mare schimburi de experienţă şi excursii tematice. Cursurile pentru ingineri vor fi axate în special pe problemele tehnologice şi tehnico-economice de automatizare, tehnică nucleară etc., pe problemele dezvoltării tehnicii în general.

Plenara Comitetului Central a reamintit că o sarcină de bază în toate domeniile construcţiei economice este reducerea preţului de cost. Sprijinindu-se pe indicaţiile plenarei, Asociaţia duce o luptă hotărîtă pentru realizarea de acumulări socialiste peste plan.

Alături de muncitori, inginerii, tehnicienii şi maiştrii luptă cu abnegaţie pentru traducerea în fapt a sarcinilor trasate de partid şi guvern. In multe filiale, inginerii şi tehnicienii membri ASIT s-au angajat să realizeze în acest an economii de 10 000 pînă la 20 000 lei de fiecare membru ASIT. Numeroşi ingineri s-au angajat să realizeze economii de 50 000 pînă la 200 000 lei.

Transformînd iniţiativa membrilor ASIT pentru economii într-o largă acţiune de masă care să se încheie cu rezultate concrete, ASIT poate aduce o contribuţie remarcabilă la îndeplinirea sarcinilor trasate de plenara C.C. al P.M.R. din noiembrie 1958.

*
* *

Succesele obţinute în activitatea Asociaţiei noastre sînt datorate în întregime îndrumării şi sprijinului partidului, asimilării din ce în ce mai profund a învăţăturii sale de către masele largi de ingineri şi tehnicieni, entuziasmului cu care ei participă la făurirea vieţii noi în ţara noastră. Partidul, în acelaşi timp cu înfăptuirea operei de construire a socialismului, desfăşoară o uriaşă muncă de transformare a conştiinţei oamenilor, de educare a lor în spiritul marxism-leninismului. Înţelegînd just rolul de mare răspundere ce le revine, cele mai înaintate cadre tehnico-inginereşti din ţara noastră educate de partid, grupate în Asociaţia lor Ştiinţifică de specialitate, sprijină lupta clasei muncitoare, condusă de partid pentru făurirea măreţelor sarcini de construire a societăţii socialiste, pentru ridicarea neîntreruptă a nivelului de trai al poporului.

Folosind vastele posibilităţi pe care le asigură economia noastră socialistă în plin progres, fiecare inginer şi tehnician trebuie să fie un constructor activ şi conştient al noii societăţi, al societăţii socialiste, să-şi îndeplinească datoria la locul său de muncă, contribuind astfel, după puterile sale, la ridicarea nivelului tehnicii noastre, la asigurarea prestigiului ei internaţional.

Schimbul de experienţă în domeniul energiei electrice

Ing. *GH. PODAŞCĂ*

Începînd din anul 1958, s-au organizat consfătuiri tehnice periodice cu participarea cadrelor de specialitate din întreprinderile de electricitate şi din întreprinderile de centrale electrice ale Direcţiei generale a energiei electrice (D.G.E.E.) din Ministerul Industriei Grele.

În urma dezvoltării rapide a energeticei în ţara noastră, instalaţiile din centralele şi din reţelele electrice s-au amplificat considerabil şi cadrele de ingineri şi tehnicieni din exploatare, în majoritate tineri de curînd ieşiţi din institutele politehnice, au fost obligate să rezolve numeroasele şi variatele probleme de ordin practic ridicate de exploatarea instalaţiilor în condiţii noi. În timp de patru ani, au fost puse în funcţiune 11 grupuri turbogeneratoare în trei centrale noi, cu parametri de 100 at şi 500°C, furnizate de către U.R.S.S. Se ştie că aceste instalaţii au fost luate în primire şi exploatate de la început de către ingineri care nu aveau practica parametrilor înalţi.

A fost dată în exploatare centrala termoelectrică Doiceşti, funcţionînd cu cărbune inferior, pulverizat. Aceasta este prima mare centrală la care au apărut problemele grele ale manevrării şi arderii cărbunilor inferiori, pulverizaţi. Nu exista în ţară nici o experienţă la această scară.

A fost dată în exploatare prima mare centrală electrică de termoficare, CTE Borzeşti, apărînd pentru personalul de exploatare sarcina alimentării în bune condiţii a consumatorilor termici.

Reţelele noi de tensiuni diferite, de la 6 la 110 kV, au apărut într-un timp scurt în toate părţile ţării, punînd probleme variate personalului de exploatare. Numeroase staţii noi de conexiuni şi transformare au fost puse în funcţiune, de multe ori cu aparataj de tip nou, de către personal de exploatare cu practică redusă (ca, de exemplu, sistemul Moldova, Banat, Ardeal).

A fost necesară rezolvarea unor probleme noi de protecţie şi automatizare la scara sistemelor energetice mari, în scopul asigurării unei funcţionări fără întrerupere (de exemplu: RAR-ul monofazic în liniile de 110 kV, protecţia liniilor buclate şi altele).

A fost necesară abordarea unor probleme speciale create de sistemul energetic puternic, ca, de exemplu, problema telefoniei pe liniile de IT cu curenţi purtători de înaltă frecvenţă, probleme de telemecanizare (telemăsură, telesemnalizare, telecomandă), cu fire sau cu curenţi purtători (de exemplu sistemele Muntenia, Ardeal, Moldova).

În noile centrale, un ajutor preţios în însuşirea rapidă a experienţei de exploatare a fost acordat personalului de exploatare de către specialiştii sovietici care au participat activ la punerea la punct a instalaţiilor.

Personalul tehnico-ingineresc din exploatarea centralelor şi reţelelor a răspuns, în general, problemelor ridicate, apărînd în multe locuri iniţiative utile încununate de succes (trecerea intregrală pe cărbune a cazanelor de la CTE Doiceşti, punerea la punct a arderii pe cărbune la CTE Ovidiu, extinderea automatizărilor în reţele, în special în sistemele Dobrogea, Bucureşti şi altele).

Pentru viitorii ani, sarcinile cadrelor tehnice din exploatare sînt mereu sporite, şi anume:

— se construiesc şi se dau în exploatare unităţi noi în centralele termoelectrice (grupuri cu 140 ata, 570°C, de 50 şi 100 MW);

— se pun în funcţiune noi instalaţii de termoficare industrială şi de încălzire (amplificarea consumurilor de abur industrial din CET Borzeşti, punerea în funcţiune a termoficării oraşului Oneşti, a zonei Grozăveşti din Bucureşti, termoficarea din CET Timişoara, consumatorii industriali din CET Ploieşti etc.);

— indicii de consumuri în centrale trebuie reduşi la nivelul sau sub sarcinile trasate; consumul specific de 0,500 kg c.c./kWh, stabilit în cadrul directivelor Congresului al II-lea al P.M.R., trebuie realizat în anul 1960, ca medie pe centralele cu abur;

— reţele de medie şi înaltă tensiune se amplifică cu noi linii şi staţii şi se pune problema tensiunilor de 220 kV şi 380 kV.

Inginerii şi tehnicienii din exploatări şi-au însuşit în cîţiva ani o practică bogată, bazată pe cunoaşterea mai bună a instalaţiilor. Acest fapt se reflectă în creşterea preocupărilor pentru ameliorarea calitativă a funcţionării instalaţiilor. A crescut mult activitatea de prevenire a fenomenelor, ceea ce dovedeşte stăpînirea experienţei de exploatare.

În aceste condiţii, conducerea Departamentului Energiei Electrice a iniţiat organizarea schimbului de experienţă între cadrele de ingineri şi tehnicieni din exploatare, urmărind în principal următoarele scopuri:

— difuzarea celor mai bune şi utile experienţe;

— introducerea şi aplicarea noilor metode tehnice;

— rezolvarea unitară a anumitor probleme de dezvoltare a instalaţiilor.

Programul consfătuirilor tehnice conţine problemele cele mai actuale ale exploatării centralelor şi reţelelor.

Sînt de menţionat consfătuirile ţinute pînă în prezent, avînd subiectele următoare:

— Pornirea rapidă controlată a cazanelor şi turbinelor.

— Modificarea şi punerea la punct a combustiei la cazanele din CTE Doiceşti şi Ovidiu.

— Metode moderne de exploatare a staţiilor, automatizări şi telemecanizări.

— Concepţii noi în dezvoltarea reţelelor orăşăneşti.

Conţinutul acestor consfătuiri a fost următorul:

Pornirea rapidă controlată a cazanelor şi turbinelor

S-au expus problemele încălzirii rapide a tamburilor groşi şi a ţevilor de supraîncălzitor (termoşocul şi solicitările suplimentare) care apar în cazul pornirilor rapide. S-au dat bazele teoretice de calcul pentru eforturile în tamburi şi s-au stabilit limitele admisibile. S-au indicat punctele de măsură pentru controlul încălzirilor la tamburi şi la ţevile de supraîncălzitor. S-au dat rezultatele probelor şi măsurătorilor efectuate la un cazan TG—170 t/h, 100 at, 510°C şi la un cazan Prvni-Brnenska de 100 t/h, 64 at, 480°C. S-a demonstrat că solicitările metalului sînt în limite admisibile în cazul opririi în timpul golului de noapte şi al pornirii rapide pentru vîrful de dimineaţă. Măsurătorile şi observaţiile vor fi continuate şi extinse şi asupra materialului refractar şi armăturilor, astfel ca în fiecare centrală să se determine timpul minim şi caracteristicile de pornire rapidă ale fiecărui cazan oprit în golul de noapte. S-a recunoscut că manevra de oprire în gol şi pornire dimineaţa a cazanelor este mai economică decît menţinerea lor în funcţiune cu sarcină scăzută. De asemenea, în domeniul scurtării timpului de pornire a turbinelor se vor efectua măsurători în scopul obţinerii unor grafice cu timpi minimi de pornire.

Pentru sistemul energetic care are dificultăţi în reglarea frecvenţei în timpul golurilor de sarcină, introducerea sistematică a pornirii rapide a agregatelor mari constituie eliminarea acestor greutăţi. De asemenea, centralele mari pot realiza indici mai buni, aplicînd această metodă.

În afară de sarcinile de studiu şi încercări trasate centralelor prin planul tehnic departamental, este cazul ca inginerii din centrale să studieze cu perseverenţă această problemă, a cărei aplicare conduce la rezultate economice importante.

Modificarea și punerea la punct a combustiei la cazanele din CTE Doicești și Ovidiu

Au fost prezentate referate cu modificările efectuate și cu rezultatele obținute. Referatele au fost discutate amplu de către specialiștii participanți la consfătuire.

La CTE Doicești, s-a obținut debitul nominal al cazanelor arzînd cu cărbune în medie de 1 800 kcal/kg în locul cărbunelui de 2 700—2 400 kcal/kg prevăzut în proiect. S-au discutat măsurile de urmărit în continuare, în scopul îmbunătățirii randamentului cazanelor.

La CTE Ovidiu, s-au executat unele modificări cu concursul Sectorului de raționalizare a exploatării — București obținîndu-se o reglare corectă a temperaturii aburului suprаîncălzit (într-un interval mărit), o ardere bună pe cărbune cu reducerea consumului suplimentar de păcură. S-au discutat măsurile de aplicat în continuare în scopul eliminării complete a păcurii din funcțiunea de combustibil suport.

În această consfătuire, s-a confirmat posibilitatea ridicării nivelului exploatării cu forțele inginerilor din exploatare care au dobîndit experiența necesară în acest scop.

S-a hotărît ca în toate centralele termoelectrice să se atace problema modernizării cazanelor și îmbunătățirii randamentelor de funcționare.

Este datoria tuturor inginerilor din centrale să continue această acțiune.

Concepții noi în dezvoltarea rețelelor orășenești

În cele 171 orașe ale țării noastre se pot menționa, în afara Capitalei cu 1,3 milioane locuitori, 12 orașe mari cu 90—160 mii locuitori și 19 orașe mijlocii cu 25—65 mii locuitori.

În majoritatea orașelor mari există și aglomerări industriale importante.

Rețelele orășănești, apărute în rețelele locale, au în unele cazuri o vechime de 40—60 ani. O dată cu naționalizarea industriei și cu trecerea la planurile cincinale, a fost necesară acțiunea de dezvoltare urgentă a rețelelor orășănești, în unele cazuri cu extinderi în grabă date de apariția unor consumatori noi și fără înscrierea într-o perspectivă de ansamblu. Necesitatea îndreptării investițiilor în special către sursele de producere, marile centrale și către liniile de transport și stațiile mari a făcut ca în unele orașe rețelele să rămînă încă nesistematizate (Timișoara, Ploiești, Cluj, Bacău, Focșani, Sibiu ș. a.)

Se întocmesc studii de perspectivă pentru sistematizarea rețelelor electrice în toate orașele după concepțiile cele mai noi. Era deci necesar să se facă un amplu schimb de experiență în acest domeniu. Referatele prezentate au conținut atît expunerea concepțiilor de sistematizare în diferite orașe mari din străinătate cît și descrierea situației existente și a perspectivei noi în orașele București, Timișoara, Cluj.

Concluziile trase după discuții au confirmat necesitatea întocmirii planurilor de perspectivă pentru o perioadă minimă de 15 ani. S-a hotărît întocmirea unui îndreptar pentru proiectarea rețelelor de distribuție în orașe. S-a stabilit ca rețelele să se dezvolte pe un număr redus de tensiuni cu tendința aducerii tensiunilor înalte cît mai aproape de consumatori și a renunțării pe cît posibil la tensiunile intermediare. S-a recunoscut avantajul existenței în rețelele orășănești a unei centuri sau cel puțin a unei diagonale de înaltă tensiune, care asigură în condiții optime alimentarea consumatorilor răspîndiți.

S-a stabilit să se experimenteze trecerea la tensiuni superioare a anumitor sectoare de rețea și de asemenea să se experimenteze funcționarea buclată pe joasă și medie tensiune a sectoarelor alimentate în prezent arborescent.

Se va studia de către IREB și IRE-Cluj oportunitatea adaptării reglajului sub sarcină la transformatoarele de 35 kV, de 5 600 kVA și mai mici.

Metode moderne de exploatare a stațiilor electrice, automatizări și telemecanizări

Referatele prezentate și discuțiile care au urmat s-au ocupat de cele două categorii principale de metode moderne de exploatare în stații și rețele, și anume:

— *Automatizarea acționărilor și manevrelor* în scopul reducerii la minim a intervenției personalului, evitînd astfel întîrzierile, interpretările greșite și erorile de manevră.

— *Telemecanizarea stațiilor principale*, concentrînd deservirea de către personal într-un număr mai redus de puncte cu operativitate mai ușor de coordonat.

Introducerea automatizărilor s-a făcut începînd de cîțiva ani; s-au echipat astfel pînă în prezent cu reanclanșarea automată rapidă 56% din totalul liniilor de înaltă tensiune, reducîndu-se avaria specifică cu 42% din 1954 pînă în prezent. Tot astfel s-au introdus anclanșările automate ale rezervei, descărcările automate de sarcină ș. a., care au contribuit la asigurarea mersului fără întreruperi.

În urma discuțiilor purtate s-a confirmat aportul important al acestor metode, hotărîndu-se extinderea lor la totalitatea instalațiilor care permit aceasta. Totodată, se vor experimenta în cursul anului 1959 o serie de metode noi ca: reanclanșarea automată a transformatoarelor declanșate la suprasarcină, reanclanșarea automată la revenirea frecvenței a consumatorilor sacrificați automat la scăderea frecvenței, reanclanșarea automată prin siguranțe la înaltă tensiune la rețelele de electrificare rurală, reanclanșarea liniilor de interconexiune fără controlul sincronismului, reglajul automat al raportului de transformare al transformatoarelor în stațiile coborîtoare mari.

În privința telemecanizării, realizările sînt mai recente (2—3 ani) iar în anul în curs se va trece la o serie de lucrări ample de montare a dispozitivelor de telecomandă în diverse stații din țară, folosindu-se utilaj fabricat în întregime în cadrul sectorului energetic din țară. Se deosebesc:

— *Telecomandările integrale ale stațiilor* grupate cîte 3—4 pe un teritoriu restrîns (de ex. un oraș sau o industrie importantă).

— *Telemăsura* și *telesemnalizarea de la stațiile importante* care nu sînt grupate în număr suficient, l a punctele de dispecing local sau central. Se propune o clasificare a stațiilor după cum urmează:

1. Stații de importanță mai redusă, accesibile în timp scurt, vor fi complet automatizate și fără personal;
2. Stații mai importante, mai greu accesibile, fără personal în tură, dar cu personal permanent la domiciliu;
3. Stații telecomandate fără personal local;
4. Stații importante, cu manevre dese, telecomandate și cu personal la domiciliu;
5. Stații foarte importante, care nu se pot automatiza sau telecomanda complet, vor fi cu personal permanent în tură.

*

Schimbul de experiență sub forma consfătuirilor va continua, fiind prevăzute în continuare teme importante pentru personalul din exploatări. Este necesar ca inginerii din centrale și din rețelele electrice să contribuie cît mai mult la studierea și acumularea experienței practice de exploatare.

Nu trebuie subestimat substratul științific al multor probleme ridicate de exploatarea instalațiilor și este datoria fiecărui inginer să acorde importanța cuvenită acestor probleme lămurindu-le la nivelul lor și împărtășindu-le tuturor prin revistele tehnice de specialitate.

Pe această linie s-a dispus de către conducerea Departamentului Energiei, la sfîrșitul anului 1958, întărirea substanțială a colaborării pentru completarea conținutului revistei „Energetica" cu problemele importante apărute în exploatări. Inginerii din exploatarea centralelor, stațiilor și rețelelor electrice trebuie să înțeleagă și să contribuie cît mai mult cu note, comunicări, articole și studii la această acțiune, al cărei scop final este ridicarea nivelului tehnic al exploatării.

Utilizarea energiei eoliene în R.P.R.

Ing. *DAN BERNFELD*

În anul 1958 a luat ființă, în cadrul Secției Energetică-Electrotehnică a Consiliului Central ASIT Comisia permanentă pentru utilizarea energiei eoliene în R.P.R. În cadrul acesteia s-a trecut la strîngerea datelor referitoare la utilizarea energiei eoliene pînă în prezent, prelucrarea unei metodologii a inventarierii și stabilirii pe baza unor noi principii a potențialului eolian al țării și realizarea unei strînse legături de colaborare între toate instituțiile și specialiștii preocupați de problema utilizării pe scară largă a energiei eoliene, în vederea stimulării dezvoltării acestei ramuri energetice în țara noastră.

În cele ce urmează, pe baza materialelor strînse de Comisie, a discuțiilor purtate în cadrul ședințelor ei de lucru și a studiilor efectuate pe teren în regiunile București, Constanța și Iași, se vor prezenta cîteva aspecte asupra utilizării energiei eoliene în R.P.R.

I. Potențialul eolian al R.P.R.

Prin așezarea sa geografică, prin relieful său, țara noastră beneficiază de un regim de vînturi variat. Se întîlnesc vînturile de litoral, cu regim mai permanent, vînturi specifice regiunii de cîmpie, cum ar fi cele din sud-estul, estul și nord-estul țării, și regimul de vînturi propriu munților.

Determinarea potențialului eolian de care dispune țara noastră este o operație extrem de grea. Pînă astăzi nu s-a adoptat în tehnica mondială eoliană un plafon al înălțimii de amplasare a roților eoliene, acesta variind de la proiect la proiect, deși viteza și deci și energia vîntului variază cu înălțimea. Totuși, se poate afirma, pe baza studierii instalațiilor realizate în U.R.S.S., SUA, RFG, Danemarca și alte țări, că pentru instalații eoliene de ordinul a 10—20 kW, înălțimea la care se găsește amplasată axa roții eoliene variază în general în limitele a 16—24 m. Deoarece acest diapazon de puteri și de înălțimi corespunde liniei de dezvoltare a utilizării energiei eoliene în țara noastră, în special în prima etapă, se va vorbi în cele ce urmează de energia eoliană în acest strat al atmosferei, insistîndu-se asupra vitezelor vîntului și ponderii perioadelor de calm, fără a se insista asupra problemei direcției vîntului, care nu prezintă decît un interes meteorologic.

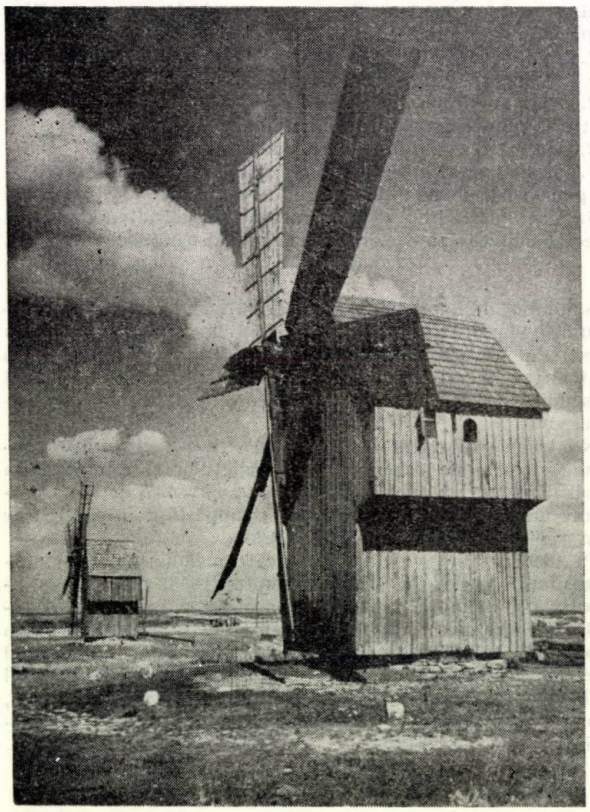


Fig. 1. Moară de vînt în regiunea Constanța.

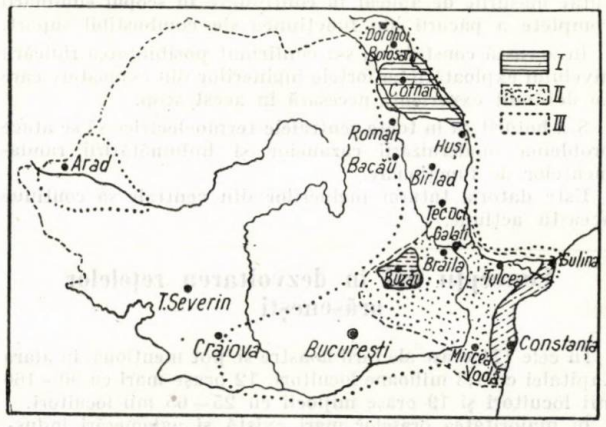


Fig. 2. Zonele eoliene specifice în R.P.R., determinate pentru o înălțime deasupra solului de circa 20 m:
Zona *I* cu 4,5—6 m/s;
Zona *II*, cu 3,5—4,5 m/s;
Zona *III*, cu valori sub 3,5 m/s.

1.1. Zonele specifice de vînturi ale țării. Analizînd critic datele publicate de Institutul meteorologic central în Atlasul eolian al țării, se poate împărți țara în următoarele zone eoliene specifice, după vitezele medii corectate ale vîntului: zona *I*, cuprinzînd litoralul Mării Negre și o parte din regiunea Iași; zona *II*, Lunca Dunării inferioare, Delta Dunării și podișul dobrogean; zona *III* constînd din restul Moldovei, cîmpia Bărăganului, unele porțiuni din cîmpia Banatului și din podișul ardelean.

În masivele muntoase ale țării, unde vitezele medii anuale ale vîntului au valori de 9—11 m/s, atingînd viteze momentane de 30 m/s și mai mult, instalarea centralelor eoliene mari va fi condiționată de dezvoltarea tehnicii de realizare a acestora. Cîștigarea unei experiențe în țara noastră, prin realizarea unor serii de instalații de mică și medie putere, va pune bazele

studierii, proiectării și executării unor centrale de mare putere în masivele muntoase.

I.2. Variația vitezei vîntului cu înălțimea deasupra solului. În straturile inferioare ale atmosferei, în speță în primele zeci de metri ce interesează problema, viteza vîntului crește cu înălțimea. Această variație este accentuată în

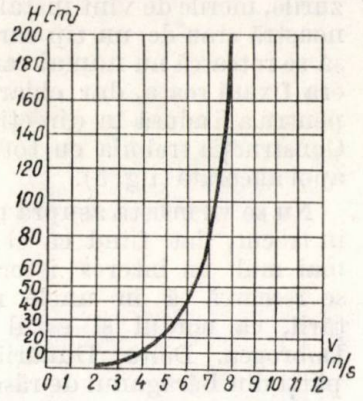


Fig. 3. Variația vitezei vîntului cu înălțimea.

primii metri, datorită rugozității terenului (mici obstacole, arbuști etc., pentru a nu se vorbi de obstacole mari, clădiri, copaci ș.a.m.d.). Din cercetările făcute în țară și străinătate, s-au putut stabili anumite curbe specifice ale variației vitezei vîntului cu înălțimea. Pentru o valoare inițială la sol practic nulă, viteza crește cu înălțimea după o curbă de tipul celei din figura 2. Se vede că pentru a cîștiga 1m/s este necesar la înălțimi mici să ne ridicăm de la 10 la 20 m, iar la înălțimi mari între 40 și 80 m, ceea ce impune instalarea unui stîlp cu totul neeconomic.

Puterea unei instalații eoliene este dată de expresia

$$N = \rho \frac{V^3 F \xi}{204} \ldots \text{kW}$$

în care :

ρ este densitatea aerului ;
V — viteza vîntului ;
F — suprafața acoperită de rotor în mișcarea sa ;
ξ — coeficientul de utilizare a energiei conținute în vîna de aer ce trece prin F.

Rezultă din expresie că valoarea vitezei vîntului intervine la puterea a treia, avînd o mare înrîurire asupra puterii instalate. De aci apare importanța stabilirii cît mai precise pentru un amplasament dat și la o înălțime determinată a cubului vitezei vîntului.

Pentru a transpune datele statistice în unele energetice, se va folosi diagrama propusă de E. M. Fateev [1], în care se indică în unități relative variația vitezei cu înălțimea, care se dă în fig. 4.

Presupunînd că anemometrul instalat la 7 m înălțime înregistrează o viteză medie de 3,5 m/s, se determină viteza la înălțimea de 21 m, unde va funcționa roata eoliană. Înălțimea relativă este $\overline{H} = H/H_0 = 3$, iar viteza relativă din graficul din fig. 3 rezultă $\overline{V} = V/V_0 = 1{,}25$, deci viteza reală la 21 m înălțime va fi de $V_{21} = 4{,}375$ m/s.

Cu această metodă este posibil de asemenea să se stabilească viteza vîntului la o anumită înălțime, atunci cînd pentru cîmp deschis se dispune de valori la sol determinate cu anemometre de mînă. Această diagramă permite să se corecteze valorile determinate la sol și să se determine acestea pentru o anumită înălțime, justificînd diferențele față de datele ce nu depășesc 3 m/s. [2].

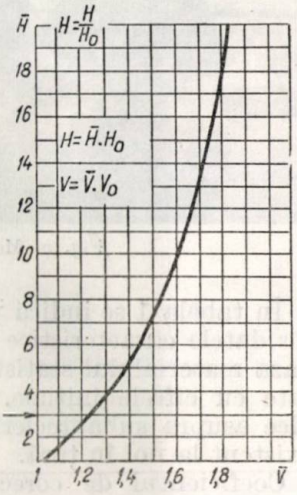


Fig. 4. Diagrama după Fateev de stabilire a variației vitezei vîntului cu înălțimea :

H_0 — înălțimea la care se măsoară cu anemometrul (m) ;
V_0 — viteza măsurată cu anemometrul (m/s) ;
V_H — viteza vîntului la înălțimea H (m/s) ;
$\overline{H}$ — înălțimea relativă $\overline{H}=H/H_0$;
$\overline{V}$ — viteza relativă ; $\overline{V}=V_H/V_0$

1.3. Măsurarea vitezei vîntului. Aparatajul cu care s-au determinat în trecut caracteristicile și mai ales viteza vîntului la noi în țară nu a fost corespunzător pentru scopurile energetice, fiind pe de o parte învechit și pe de altă parte

Tabela 1

Localitatea	Valoarea	Iarna	Primăvara	Vara	Toamna	Anual
Buzău	inițială	3,10	3,40	2,70	2,90	3,00
	corectată	4,65	5,10	4,05	4,35	4,50
Constanța	inițială	3,80	2,90	2,70	3,40	3,20
	corectată	6,43	4,90	4,56	5,57	5,41
Cotnari	inițială	3,10	3,40	2,40	2,40	2,80
	corectată	4,65	5,10	3,60	3,60	4,20
Galați	inițială	2,60	3,00	2,10	2,20	2,48
	corectată	3,90	4,50	3,15	3,30	3,72
Iași	inițială	2,60	2,90	2,60	2,30	2,60
	corectată	3,90	4,35	3,90	3,45	3,90

dispus la înălțimi mici (în general în jurul a 6—8 m) și nu îndeajuns de ferit de obstacolele învecinate, ci uneori chiar în umbra lor aerodinamică [3]. Acesta a fost cazul unor stații instalate în curți de școli, lîngă turnuri de biserică, în spatele unor copaci etc.

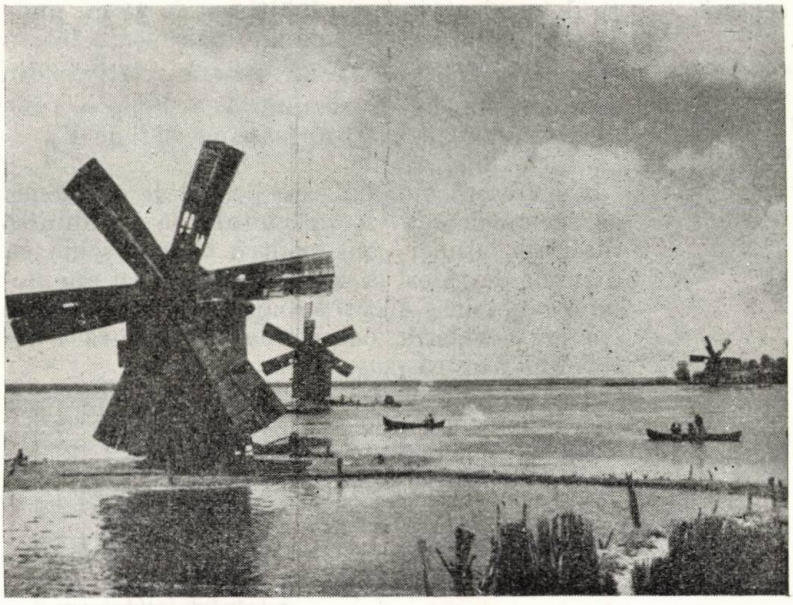


Fig. 5. Mori de vînt în Delta Dunării

În tabela 1 se indică pentru cîteva puncte de ses datele caracteristice prelucrate de autor, pe baza materialului statistic existent [4], comparate cu cifrele inițiale. Astfel se dă o primă idee asupra subaprecierii regimului de vînturi existent la noi în țară.

Coeficientul de corecție C este produsul a doi coeficienți: C_H reprezintă corecția de înălțime, exprimată la pt. I. 2, iar C_0 reprezintă un coeficient de corecție la defecțiunile de amplasare a aparatelor înregistratoare și care s-a considerat egal cu 1,2. În cazul stațiunii Constanța-oraș, dispusă în spatele unei clădiri, s-a considerat însă acest coeficient egal cu 1,35.

II. Posibilitățile de utilizare a energiei eoliene

Domeniile de aplicare a energiei eoliene se împart în două categorii: antrenarea generatoarelor electrice și antrenările mecanice. Din prima categorie se menționează alimentarea cu energie electrică a celor mai diverși consumatori, ca: electrificarea comunelor izolate cu un consum restrîns de energie electrică; stații și halte izolate ale căilor ferate, faruri și alte instalații pentru navigația fluvială și de litoral, grupuri de case izolate, cabane turistice, șantiere de prospecțiuni geologice, stații izolate de radioemisie și recepție, stații de încărcare a bateriilor de acumulatori și alte așezări omenești ocazionale ca tabere provizorii, grupuri de muncă forestiere sau agricole etc.

Utilizările mecanice se împart la rîndul lor în două mari categorii: instalații eoliene pentru pomparea apei, cum ar fi irigații și desecări, alimentări cu apă potabilă pentru gospodării zootehnice, ferme și gospodării izolate etc.; instalații eoliene pentru angrenarea celor mai felurite mașini agricole, dintre care se amintesc tocătoarele pentru siloz, paie și furaje, mori cu ciocane, uruitoare, mașini de spălat rădăcinoase, tocătoare de rădăcinoase, transportoare de legume și altele.

II.1. Morărit. Aproape în toate cazurile, morile de vînt instalate în țara noastră erau de un tip care permitea să se rotească nu numai capul pe care era fixată roata, dar chiar și moara, pentru a fi adusă în direcția vîntului. Construcția trebuia cu totul rotită și apoi ancorată (fig. 5).

Nu se va insista asupra morăritului în trecut, dat fiind că el reprezintă mai mult un interes istoric. Totuși, se remarcă că în unele regiuni ale țării, ca nordul și estul Moldovei, Dobrogea, Delta Dunării și unele părți din Bărăganul de răsărit, morile apăreau uneori cu zecile. Aceasta demonstrează că energia vîntului poate fi utilizată pe scară largă în țara noastră, cu atît mai mult cu cît înălțimea la care se dispun azi rotoarele este superioară celei la care se aflau aripile morilor. Totodată, vitezele de demarare și minima de regim ale motoarelor eoliene sînt azi mult mai coborîte și randamentele mult mai ridicate. Unele motoare eoliene moderne demarează la viteze sub 2 m/s și pot prelua sarcină utilă la viteze sub 3 m/s.

II.2. Ridicarea apei. În stadiul actual al tehnicii motoarelor eoliene și al experienței acumulate în țară, apare că ridicarea apei va fi în viitorul apropiat domeniul cel mai important de aplicare a motoarelor eoliene, cu atît mai mult cu cît în mare parte din mediul agricol-rural se resimte lipsa apei și îndeosebi a apei potabile. În sud-estul Bărăganului, Moldova și Dobrogea, această lipsă este mai accentuată. Asigurarea cu apă potabilă a gospodăriilor zootehnice este o problemă de mare importanță pentru economia națională.

În această direcție apare interesantă regiunea Constanța. Din analizarea condițiilor geologice și a necesităților de apă, s-a ajuns la concluzia că în peste 50% din gospodăriile zootehnice ale regiunii, adîncimea la care se găsește apa subterană și debitul surselor ar permite să se introducă motoare eoliene.

În tabela 2 sînt date rezumativ performanțele a două motoare eoliene de tip sovietic TV-8 și D-15, dintre care primul a fost realizat și la noi în țară de către ICMEA (Institutul de cercetări pentru mecanizarea și electrificarea agriculturii). Primul motor este un motor eolian multipal lent universal, cu o putere convențională de 7 CP, iar al doilea tripal rapid, cu o putere convențională de 22,6 CP. Din analiza făcută, a rezultat că cele două motoare sînt cele mai indicate pentru mediul rural agricol [5] și, în activitatea sa, Comisia

permanentă le-a recomandat pentru un început de realizare și aplicare în R.P.R.

Luînd ca un minim regimul de vînturi înregistrat de către stațiile meteorologice pe o perioadă de 10 ani și fără a le transpune la înălțimea de amplasare a rotoarelor, s-au obținut recent următoarele valori :

Stațiunea meteorologică Constanța *) V_{med} — 5 m/s ;
Stațiunea meteorologică Sulina V_{med} — 4,7 m/s ;
Stațiunea meteorologică Mircea-Vodă V_{med} — 3 m/s.

În tabela 2 se indică performanțele celor două motoare în m³ apă ridicată zilnic și numărul ovinelor ce pot fi alimentate, pentru trei viteze medii ale vîntului de 3, 4 și 5 m/s și pentru trei variante de ridicare a apei, de la 20, 60 și respectiv 120 m adîncime. În gospodăriile amintite mai sus, cazul cel mai general este, după aprecierile făcute, cel cu o viteză medie de 4 m/s

Tabela 2

Tipul motorului	Viteza medie a vîntului	Înălțimea de pompare					
		20 m		60 m		120 m	
		Debit mediu zilnic de apă m³	Numărul ovinelor ce pot fi alimentate	Debit zilnic mediu de apă m³	Numărul ovinelor ce pot fi alimentate	Debit zilnic mediu de apă m³	Numărul ovinelor ce pot fi alimentate
TV-8	3	82	2 050	27	680	14	340
	4	195	4 870	65	1 620	32	810
	5	382	9 530	127	3 170	64	1 585
D-15	3	264	6 600	88	2 200	44	1 100
	4	625	15 600	208	5 200	104	2 600
	5	1 220	30 500	406	10 160	203	5 080

și o adîncime a apei subterane de 60 m. Rezultă din tabelă că, chiar în cazul în care viteza medie a vîntului nu ar depăși 4 m/s, necesitățile de apă ale exploatărilor zootehnice ar putea fi cu prisosință satisfăcute prin motoare eoliene.

II.3. Antrenarea mașinilor agricole. Din bogata experiență a energeticienilor sovietici, rezultă avantajele utilizării energiei eoliene la antrenarea mașinilor agricole [6]. Ca și în cazul ridicării apei, perioadele de acalmie nu au repercusiuni asupra mașinilor agricole, ele nefiind legate de anumite perioade din zi sau ore fixe. Nenumărate mașini agricole au fost adaptate pentru a fi puse în funcțiune de motoare eoliene. Astfel, în tabela 3 sînt rezumate datele privind productivitatea unor mașini agricole antrenate de motoare eoliene.

Desigur că, o dată motorul eolian instalat, specialiștii și tehnicienii angrenați în mecanizarea și electrificarea agriculturii vor adopta o serie de mașini specifice regiunii sau a muncilor din gospodăria respectivă.

II.4. Producerea energiei electrice este de asemenea unul dintre aspectele importante ale utilizării energiei eoliene. Aici însă, se pun unele probleme suplimentare, care la celelalte utilizări nu apar : menținerea constantă a tensiunii,

Tabela 3

Denumirea mașinii	Productivitatea t/h
Tocătoare combinată pentru siloz paie și furaje tip RSB-3,5	3
Moară cu ciocane DMK-0,1	0,1—0,3
Uruitoare de turte DJ-0,5	0,5—0,75
Mașina de spălat rădăcinoase și tubercule MP-2	2,5
Mașina de spălat cartofi cu tambur	0,7—0,8
Tocătoare de rădăcinoase RKR-2	3
Melița	1
Transportor de legume TK-0	4

iar, în cazul curentului alternativ și a frecvenței, și în plus, dispunerea de rezervă pentru perioadele de acalmie ale vîntului.

Ținînd seama de dispersarea pe distanțe mari a consumatorilor rurali, ca și de faptul că echipamentul electrotehnic rural este în mare măsură realizat pentru curent alternativ trifazat, apare indicat ca energia electrică să fie produsă în curent alternativ. Aceasta implică însă regulatoare de viteză extrem de delicate și costisitoare.

În intenția de a simplifica construcția și a reduce costul instalațiilor electro-eoliene, la Uzinele Klement Gottwald din capitală s-a proiectat și realizat prototipul unei centrale electrice eoliene, cu invertor mecanic, lipsită de orice fel de regulator la rotorul eolian, care produce energia în curent continuu, ce este apoi invertit în curent alternativ trifazic [7]. Această instalație, ca și celelalte preconizate de Comisia permanentă pentru a fi utilizate pe scară largă în țară, prezintă avantajul că este economică, ușor de realizat, robustă și comodă în exploatare. Este suficient să se amintească că palele rotorului nu mai trebuie să fie reglabile, putînd fi fixate rigid de arborele mașinii, ceea ce prezintă mari avantaje atît constructive, cît și economice. În instalația realizată, producerea se face la tensiune și frecvență constantă și în plus bateria de acumulatori ce funcționează în tampon cu generatorul asigură și rezerva de acalmie. Această rezervă, după cum s-a constatat în practică, nu trebuie să fie dimensionată la mai mult de 48 ore, valoare rar depășită de perioadele de calm absolut. Fiind realizată după această schemă, microcentrala electrică eoliană va putea funcționa în trei regimuri : izolat, în paralel cu o microcentrală neeoliană și în sistem.

II.5. Productivitatea centralelor electrice eoliene. Pentru a se arăta ordinul de mărire al productivității centralelor eoliene, se vor considera tot cele două tipuri de agregate TV-8 și D-15, antrenînd însă de data aceasta generatoare electrice.

*) Spre deosebire de datele statistice vechi provenind de la Stațiunea meteorologică Constanța-oraș [4], aceste date se referă la noua Stațiune meteorologică Constanța-aerodrom.

În tabela 4 sînt date după M. M. Pomorțev frecvențele vîntului în condițiile din U.R.S.S. în trei variante de medii anuale : 3, 4 și 5m/s. Eliminînd valorile sub 3 m/s, care nu sînt interesante pentru motoarelor eoliene studiate, se obține probabilitatea anuală de funcționare exprimată în procente și ore de utilizare (tabela 5).

Tabela 4

Viteza observabilă m/s	Vitezele medii anuale ale vîntului în %		
	3 m/s	4 m/s	5 m/s
0	5,70	3,50	2,00
1	11,80	7,20	4,30
2	19,40	12,20	7,80
3	22,70	16,70	11,50
4	19,50	18,30	14,90
5	12,20	16,50	16,50
6	6,00	12,20	14,90
7	2,20	7,40	12,00
8	0,70	3,60	8,00
9	—	1,70	4,30
10	—	0,60	2,10
11	—	0,30	0,80
12	—	—	0,60
13	—	—	0,30
Σ	100 %	100%	100%

Este știut că la motoarele eoliene puterea instalată este o noțiune cu totul convențională. Adoptînd sistemul de calcul sovietic, la determinarea puterii convenționale se ia viteza nominală de 8 m/s. Coeficientul K exprimă raportul dintre puterea medie a generatorului eolian și puterea sa convențională, iar valorile lui sînt date de Fateev [1], pentru diferite viteze medii anuale ale vîntului.

$V_{med\text{-}anuală}$	3	4	5
K	0,1	0,23	0,37

În felul acesta, s-a calculat în trei variante de viteză medie anuală energia minimă produsă de cele două agregate propuse.

Tabela 5

V_{med} anuală m/s	Probabilitatea de funcționare %	Durata de utilizare anuală h/an	TV-8 Putere kW	TV-8 Energie kWh/an	D-15 Putere kW	D-15 Energie kWh/an
3	63,10	5 527	0,515	2 846	1,660	9 175
4	77,10	6 754	1,180	7 970	3,820	25 800
5	85,90	7 525	1,900	14 297	6,150	46 279

Rezultă din analizarea acestor date importanța deosebită a valorii vitezei vîntului la axul roții eoliene și este deci ușor de înțeles accentul ce s-a pus pe determinarea vitezei vîntului.

III. Aspecte economice

Un calcul tehnico-economic al instalațiilor de pompare prin energie eoliană nu se poate încă da, deoarece un astfel de calcul, pentru a fi real și concludent, trebuie să se refere la un caz concret cu condițiile de lucru și cheltuielile locale precis cunoscute și nu, cum se obișnuiește adesea, pe bază de ipoteze arbitrar alese. De aceea, în cele ce urmează, bazîndu-ne pe rezultatele obținute în U.R.S.S. și în alte țări, ne vom limita la unele considerații generale, suficiente însă pentru ca din analizarea lor să rezulte economicitatea instalațiilor de pompare eoliene.

III.1. Investiții. În primul rînd, în ceea ce privește cheltuielile de investiții, este de observat că o discuție și o comparație justă se poate face numai între diferitele feluri de motoare pentru acționarea pompei, întrucît restul instalațiilor și anume : captarea de apă, puțul sau forajul, apoi pompa, conductele și rezervorul de apă sînt unele și aceleași, oricare ar fi motorul de acționare folosit. Se aproximează că și rezervorul de apă rămîne necesar și de o capacitate analoagă, deoarece chiar și în cazul acționării electrice sau printr-un motor termic se pot produce avarii, care pînă la înlăturarea lor pot dura, în condiții rurale, chiar și mai mult decît o perioadă de acalmie în regimul vînturilor aplicate unui motor eolian. Revenind la problema investițiilor, comparația trebuie să se facă numai între costul motorului eolian pe de o parte și costul unui motor electric sau termic, cu instalațiile aferente, pe de altă parte.

Atît motoarele electrice, cît și acelea termice sînt în general mai ieftine decît un motor eolian de putere echivalentă. În cazul acționării electrice însă, mai intervine linia electrică de racord, postul de transformare, aparatajul electric și puterea corespunzătoare instalată în centrale electrice.

În cazul acționării prin motor Diesel sau cu benzină, intervine problema transportului combustibilului în mediul rural. Motoarele Diesel necesită un mecanic permanent, în timp ce supravegherea unui motor eolian poate fi făcută de un muncitor care poate efectua totodată și o altă muncă în gospodărie, motorul eolian ne necesitînd o supraveghere continuă. În plus, motorul eolian nu consumă nici combustibil și nici energie electrică.

III.2. Amortizarea instalațiilor eoliene. Cheltuielile de amortizare sînt foarte reduse la motoarele eoliene din fier, cum este de exemplu motorul TV-8, astfel de motoare funcționînd zeci de ani fără reparații importante. Se cunosc astfel de motoare eoliene în funcțiune neîntreruptă de 40—50 ani. Astfel, un asemenea motor se găsește în regiunea Constanța, în comuna Straja, construit înaintea primului război mondial și funcționînd satisfăcător și astăzi.

Motorul eolian D-15, fiind construit din lemn, are o viață mai scurtă și trebuie calculat cu un

coeficient de amortizare corespunzător la circa 15 ani. Față de costul lui redus, în U.R.S.S. se construiește în ateliere meșteșugărești la un preț sub 10 000 ruble, cota anuală de amortizare este însă mică. Cheltuielile de întreținere ale acestui motor se rezumă la protejarea împotriva putrezirii întregului motor și înlocuirea, din 4 în 4 ani, a roților dințate ale transmisiilor, care, fiind și ele din lemn, se uzează mai repede.

Motorul electric cu linia aferentă are o durată de amortizare mai mare, 20—25 ani, afară de stîlpii liniei, care, dacă sînt din lemn neimpregnat, trebuie schimbați la un interval mai scurt. Cum însă valoarea investițiilor instalației electrice, inclusiv racordul, transformatorul etc., este mult mai mare, cota de amortizare rezultă mai mare decît în cazul motorului eolian din lemn.

Cele de mai sus permit să se întrevadă că motoarele eoliene pot apărea economice pentru antrenarea pompelor de apă [8], în raport cu oricare alte feluri de instalații. Literatura de specialitate este bogată în exemple de instalații de pompare eoliene care s-au amortizat numai în 2—3 ani din economia realizată față de cheltuielile alimentării cu apă anterioare, prin tracțiune animală sau altfel de motoare.

. *III.3. Eficacitatea economică a investițiilor la centralele electrice eoliene.* În tabela 6 se dau numai cu titlu comparativ cîțiva indici evaluați pentru unele instalații eoliene.

Varianta A: *Vînt mediu* de 6 m/s. Instalație autonomă cu motor eolian D-15, baterie de acumulatoare și grup Diesel de ajutor și de rezervă de 10 CP.

Tabela 6

Varianta	Vînt mediu	Putere instalată kW	Energie produsă kWh/an	Investiția lei	Cost specific lei/kW	Cheltuieli anuale de producție lei/an	Costul unitar de producție lei/kWh
A	6	18,5	54 550	167 000	9 050	30 000	0,56
B	5	18,5	54 550	167 000	9 050	39 000	0,72
C	Diesel	22,0	54 550	124 000	5 640	48 000	0,88

Varianta B: *Vînt mediu* de 5 m/s. Instalație autonomă, cu motor eolian D-15, baterie de acumulatoare și grup Diesel de 10 CP.
Varianta C: *Microcentrală termoelectrică* constituită dintr-un grup Diesel de 20 kVA (echivalent motorului D-15) și grup Diesel de rezervă de 10 CP.

IV. Studii și cercetări în domeniul utilizării energiei eoliene în țara noastră

Începînd cu anul 1937, s-au studiat în repetate rînduri în cadrul unor instituții sau de către unii specialiști posibilitățile utilizării energiei eoliene în țara noastră. În trecut însă, nu a existat o preocupare permanentă în această direcție, apariția unor motoare eoliene fiind fapte cu totul izolate. În anii puterii populare însă, a început studierea metodică a perspectivelor ce se deschid prin aplicarea, în primul rînd în mediul agricol, a instalațiilor eoliene.

Dintre studiile întreprinse în trecut se amintesc cele ale ing. M. Mayersohn și ing. A. Avramescu. În cadrul Institutului Romîn de Energie, ing. Mayersohn a studiat în anii 1936—1937 problema folosirii energiei eoliene [9]. Este de menționat că la baza acestor studii au stat lucrări ale unor cunoscuți savanți sovietici și s-au făcut propuneri pentru aplicarea unor instalații și în țara noastră.

Dr. ing. Aurel Avramescu a studiat problema realizării centralelor electrice eoliene în țara noastră. Prezentînd stadiul de dezvoltare a motoarelor eoliene [10], a propus o nomogramă pentru determinarea parametrilor energetici și constructivi ai instalațiilor eoliene. Abia în anii puterii populare, acestei surse de energie i se acordă o atenție deosebită.

Un colectiv compus din prof. Dumitru Dumitrescu, prof. I. Stroescu de la Institutul de mecanică aplicată al Academiei R.P.R. și ing. I. Ostașcu întreprind cu 10 ani în urmă un studiu de teren în Delta Dunării și în Dobrogea, trăgînd concluzii interesante cu privire la perspectivele utilizării energiei eoliene în aceste regiuni ale țării [11].

În cadrul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R., ing. I. Solomon a elaborat un dispozitiv nou de centrală electrică eoliană, în care producerea curentului se face în curent continuu, ce este invertit în curent alternativ trifazat printr-un invertor mecanic, rezolvîndu-se în felul acesta, pentru prima oară în tehnica motoarelor electro-eoliene, producerea curentului la tensiune și frecvență constantă, independent de viteza vîntului, respectiv turația rotorului eolian [3], [7], [8].

Un colectiv al Institutului Politehnic din Iași, sub conducerea prof. N. Boțan, analizează perspectivele utilizării energiei eoliene în regiunea Iași și în restul țării, făcînd încercări pe modele.

La Institutul de mecanică aplicată al Academiei R.P.R. s-a pus în funcțiune la începutul anului 1959 un nou tunel aerodinamic, corespunzător celor mai exigente cerințe ale aerodinamicii, în el urmînd a fi studiată sub îndrumarea prof. I. Stroescu [12], [13] comportarea unor modele cu un diametru atingînd 1—1,2 m. Tot la acest institut s-a elaborat un nou tip de anemometru.

Problema macrocentralelor eoliene a fost atacată pentru prima oară la noi de prof. dr. ing. Dorin Pavel, care a prezentat perspectivele amenajării pe crestele Carpaților a unui șir de centrale electrice eoliene, cu puteri instalate unitare de ordinul a 1 000 kW [14]. De asemenea, au analizat problema macrocentralelor ing. A. Derigault de la Combinatul Metalurgic Reșița

[15] şi ing. C. Braester de la Comitetul de Stat al Apelor [16].

La Institutul Agronomic Timişoara, un colectiv sub conducerea ing. L. Russu a studiat problema reglajului turaţiei la motoarele eoliene, propunînd şi realizînd un prototip de microcentrală electroeoliană cu regulator hidropneumatic [17].

Institutul de cercetări pentru mecanizarea şi electrificarea agriculturii a atacat practic problema utilizării energiei eoliene în ţara noastră, introducînd în anul 1955 în planul său de activitate această temă. Ing. Gh. Stoicescu şi ing. Emil Giurgiu de la acest institut au elaborat şi realizat o serie de motoare de la D-1,2 [18] pentru iluminatul remorcilor-dormitor de la brigăzile de tractoare şi pînă la agregatul TV-8 şi D-10 cu diametre de 8, respectiv 10 m [19].

„Comisia permanentă pentru utilizarea energiei eoliene din R.P.R." din cadrul Consiliului Central ASIT a concentrat toate materialele existente în această problemă [20][21] şi va organiza prima consfătuire naţională de utilizare a energiei eoliene, ce va avea loc în toamna anului acesta, la Bucureşti.

În activitatea sa, Comisia îşi propune să popularizeze cît mai intens în ţară avantajele economice ale utilizării energiei eoliene.

V. Concluzii şi propuneri

Ţara noastră şi îndeosebi regiunile ei răsăritene dispun de un regim favorabil de vînturi, ceea ce oferă perspective largi utilizării energiei eoliene.

Aprecierea regimului de vînturi într-un amplasament dat trebuie să se facă în mod critic prin corectarea datelor statistice provenite din măsurătorile staţiunilor meteorologice. Aceste corecţii trebuie să ţină cont de tipul aparatajului, înălţimea şi felul său de amplasare faţă de accidentele de teren.

Trebuie să se treacă cu hotărîre la realizarea instalaţiilor eoliene, în paralel cu inventarierea potenţialului eolian pe întreaga ţară, aşa cum s-a procedat şi cu celelalte surse de energie.

Instalaţiile ce se vor realiza într-o primă etapă se recomandă să fie de puteri mici de 10 — 20 kW şi să deservească în primul rînd pompele de ridicare a apei.

Instalaţiile electroeoliene trebuie să fie concepute după scheme simple pentru a fi economice, uşor realizabile şi comode în exploatare. Va fi necesară stabilirea potenţialului eolian al ţării şi regimului de vînturi pentru întreg teritoriul ţării. Acest lucru se va putea realiza prin echiparea unei reţele de staţiuni, ca staţiunile meteorologice existente şi unele noi în puncte importante, cu anemografe cu înregistrare continuă a vitezei vîntului, dispuse de data aceasta la cel puţin 14 m înălţime şi în afara influenţei oricăror obstacole învecinate.

Bibliografie

[1] Fateev E. M.: *Vetrodvighateli i ix primenenie v selscom hoziaistve.* Maşghiz, Moscova, 1956.

[2] Cişman A.: *În legătură cu energia eoliană.* Contemporanul, Nr. 18/656; 8.V.1959, pag. 2.

[3] Bernfeld D.: *Posibilităţile folosirii energiei eoliene în R.P.R.* Conferinţă ţinută la 16.XII.1958 la ASIT-Bucureşti.

[4] Cişman A., Boţan N. V. *Consideraţii asupra posibilităţilor de folosire a energiei vîntului în Romînia* Revista ştiinţifică „V. Adamachi", vol. XXXIV. Nr. 1, 1948.

[5] Solomon I., Bernfeld D., Stoicescu. Gh.: *Referat asupra alimentării cu apă a gospodăriilor zootehnice din Regiunea Constanţa prin utilizarea energiei eoliene.* Manuscris (Bucureşti, martie 1959 — Arhiva documente ASIT).

[6] Bernfeld D.: *La apariţia cărţii lui E. M. Fateev: Motoarele eoliene şi utilizarea lor în agricultură.* Revista Mecanizarea şi electrificarea agriculturii, Vol. III, nr. 11—12 (XI—XII), 1958, pag. 48—49.

[7] Solomon I.: *Energia eoliană în ajutorul mecanizării şi electrificării agriculturii.* Revista Mecanizarea şi electrificarea agriculturii, vol. III, nr. 5, (V, 1958), pag. 28—31.

[8] Solomon I.: *Studiul economicităţii instalaţiilor eoliene de ridicare a apei* (manuscris).

[9] Mayersohn M.: *Utilizarea energiei vîntului,* IRE — 1937.

[10] Avramescu A., Ioan V.: *Centrale de vînt.* Buletinul A.P.D.E., anul XI, trim. II, aprilie-iunie 1942.

[11] Dumitrescu D., Stroescu I., Ostaşcu I.: *Referat asupra perspectivelor utilizării energiei eoliene în sud-estul ţării, cu referire la regiunea Constanţa* (Manuscris Academia R.P.R.).

[12] Stroescu I.: *Turbină aeriană.* Patent Romîn. 256/39.380, dosar 39.739/11.V.1948.

[13] Stroescu I.: *Problema energiei eoliene.* Energetica, anul I, iulie 1953, nr. 7, pag. 1—6.

[14] Pavel Dorin: *Centrale eoliene cu transformatori hidroenergetici.* Energetica, nr. 8/1955, pag. 355.

[15] Dérigault A.: *O soluţie nouă pentru utilizarea energiei eoliene.* Energetica, anul I, IX—X/1953, nr. 8—9, pag. 80—82.

[16] Braester C.: *Proiect de macrocentrală eoliană.* (Manuscris Instit. Politehnic Bucureşti—1956—1957).

[17] Russu L.: *Contribuţii la captarea energiei eoliene.* Consfătuirea Electrificarea agricolă şi rurală în R.P.R., Bucureşti, 1958.

[18] Giurgiu E.: *Agregate eoliene pentru iluminatul remorcilor-dormitor de la brigăzile de tractoare.* Revista mecanizarea şi electrificarea agriculturii, vol. III, nr. 11—12 (XI—XII) 1958, p. 41—46.

[19] Stoicescu Gh.: *Aeromotoare şi folosirea lor în agricultură.* Editura Agrosilvică de Stat, 1958.

[20] Bernfeld D.: *Energia eoliană* (studiu documentar—manuscris).

[21] Bernfeld D: *Windkraftausnutzung einst und jetzt.* (I)Volkszeitung 3 (1959) Nr. 105 p. 6. (II) Nr. 106

Introducerea noilor unităţi de măsură în termotehnică

Prof. dr. ing. *IOAN VLĂDEA*

În ultimul timp, întreaga literatură periodică de specialitate şi chiar unele manuale se preocupă de modalităţile practice de introducere a noilor unităţi de măsură în termotehnică şi în termoenergetică. Este vorba de o revoluţie aproape tot atît de importantă ca şi aceea efectuată la trecerea de la sistemele vechi de măsură la sistemul metric şi la introducerea în fizică a sistemului **CGS**.

În ultimul timp s-a recomandat din ce în ce mai insistent trecerea neîntîrziată şi totală de la sistemul **MKfS** (numit şi sistemul mecanic sau tehnic) la sistemul practic general **MKSA °K (metru, kilogram-masă, secundă, amper, grad Kelvin)**, cu toate dificultăţile inerente ce vor fi întîmpinate în timpul acestei treceri. Greutăţi mai mari vor resimţi mai ales persoanele obişnuite cu vechiul sistem, pe cînd cei ce vor învăţa termotehnica de acum înainte nu vor întîmpina nici o dificultate, cu condiţia ca la cursuri materiile corespunzătoare să fie predate cu noul sistem de unităţi. Va mai fi necesară apoi refacerea tabelelor şi diagramelor.

În cele ce urmează vor fi discutate transformările necesare pentru exprimarea celor mai importante mărimi termotehnice în noul sistem de unităţi, precum şi repercusiunile ce le vor avea aceste transformări asupra unor formule de uz curent în termotehnică sau în domeniile înrudite.

Trecerea de la vechiul sistem de unităţi la noul sistem trebuie să fie totală şi fără compromisuri, pentru a nu fi necesară în viitorul apropiat o nouă reformă, cu toate tulburările pe care le cauzează.

Noutatea pentru tehnică a sistemului **MK SA °K** constă în primul rînd în părăsirea mărimii fundamentale : *forţă* şi a unităţii de măsură fundamentale : **kilogram-forţă** şi adoptarea ca mărime fundamentală a *masei* şi a unităţii fundamentale respective : **kilogramul-masă.**

Folosirea în sistemul **MKfS** a unei unităţi de forţă ca unitate fundamentală implică în definirea ei considerarea acceleraţiei gravitaţionale, variabilă pe suprafaţa pămîntului şi mai ales în altitudine. Astăzi, cînd zborurile la mare şi foarte mare altitudine nu mai sînt o raritate, această variaţie este destul de incomodă, deoarece, atunci cînd se exprimă o forţă în **kilograme-forţă**, trebuie să se indice şi locul unde a fost măsurată ea.

Masa care cîntăreşte **1 kg forţă** este prin definiţie **1 kg masă**, notat de aici înainte **1 kg**, astfel că, din acest punct de vedere, nu se schimbă nimic numericeşte. Nici chiar în relaţiile comerciale nu se introduce nici o schimbare, deoarece cîntăririle se efectuează în aproape totalitatea cazurilor prin comparare cu alte greutăţi etalonate, prin cîntărire determinîndu-se în realitate *masa* corpului cîntărit şi nu *forţa* cu care el apasă pe platanul balanţei. Sînt extrem de rare cazurile cînd se practică cîntărirea cu ajutorul dinamometrului, cazuri în care intervine şi acceleraţia gravitaţională a locului. De aceea o măsură de greutate etalonată la latitudinea geografică de 45° este valabilă pentru comparaţie în orice punct al globului sau la orice altitudine. Măsura de **1 kg** de astăzi va avea aceeaşi utilizare şi în noul sistem, deoarece ea reprezintă de fapt **1 kilogram-masă.**

Toate mărimile termotehnice referitoare la masă, cum ar fi căldura specifică, energia internă, entalpia, entropia etc., vor rămîne numericeşte neschimbate din cauza acestei schimbări de raportare, indiferent dacă sînt raportate la **kilogramul greutate**, deci la **kilogramul-forţă**, sau la **kilogramul-masă.**

Forţa se va exprima în viitor în unitatea introdusă de mai mult timp în mecanica tehnică care este **newtonul**, în loc de vechea unitate **kilogramul-forţă.** Newtonul reprezintă produsul dintre masa de 1 kg şi acceleraţia de 1 m/s² şi corespunde unui multiplu zecimal al forţei din sistemul **CGS** şi anume :

$$1\ \mathrm{N} = 10^5\ \mathrm{dyn} \qquad (1)$$

deci se încadrează în acest sistem, putînd spune că „*un newton este egal cu* 0,1 *megadine*".

Relaţia de corespondenţă dintre cele două unităţi de măsură va fi :

$$1\ \mathrm{kgf} = 9{,}80665\ \mathrm{N} \qquad (2)$$

unde 9,80665 m/s² reprezintă acceleraţia gravitaţională a pămîntului la latitudinea geografică de 45° şi la nivelul mării. Avînd în vedere definiţia care se dă newtonului, această unitate de măsură nu mai depinde de loc ; ea poate fi utilizată şi pe altă planetă.

Presiunea se măsoară în sistemul **CGS** în dyn/cm², unitate numită **barye.**

În noul sistem practic general unitatea de presiune va fi **newton/m²**, ştiind că :

$$1\ \mathrm{N/m^2} = \frac{10^5 \mathrm{dyn}}{10^4 \mathrm{cm^2}} = 10\ \text{barye}. \qquad (3)$$

În locul unităţii N/m² se va prefera însă un multiplu al acesteia şi anume **barul** definit ca

$$1\ \text{bar} = 10^5\ \mathrm{N/m^2} = 10^6\ \text{barye}\ (\mathrm{dyn/cm^2}) = \\ = 1{,}01972\ \text{at} = 0{,}98692\ \text{At}. \qquad (4)$$

Noua unitate, barul, fiind foarte apropiată ca mărime de atmosferă tehnică şi fizică, mărimile cifrice care exprimă presiunile în vechile unităţi nu vor suferi modificări prea mari la trecerea în noile unităţi, aşa că acomodarea la noul sistem se va face cu uşurinţă.

Toate tabelele şi diagramele care conţin presiunea sau izobare vor trebui recalculate, respectiv retrasate, astfel ca salturile să se facă în multipli de bari în loc de multipli de atmosfere. Astfel va fi cazul şi cu tabelele şi diagramele de abur, care în viitor (probabil după conferinţa generală a *Tabelei Internaţionale* planificată pentru anul 1962) vor apărea numai în bari şi nu în ata, cum sînt astăzi.

Temperatura se va măsura numai în **grade Kelvin** în toate ţările care vor adera la acest sistem (sau pur şi simplu în **grade**, deoarece nu vor mai exista şi alte grade). In acest caz apa fierbe la 373° şi îngheaţă la 273°, sub presiunea de 760 mm col. Hg.

Ceea ce va trebui reglementat de viitoarele congrese internaţionale este stabilirea punctului normal, care pînă acum a fost fixat la 0°C şi 760 mm col. Hg. Acest punct reprezintă şi în fizica de astăzi o derogare de la sistemul **CGS**, derogare supărătoare atunci cînd se trece la sistemul **MKSA °K**, deoarece, pentru a fi utilizabile în noul sistem, toate mărimile „*normale*" trebuie să sufere transformări adecvate de către utilizator. Ar fi cazul să se introducă şi în mărimile normale barul în loc de atmosfera fizică.

Energia de orice gen se măsoară în sistemul **CGS** în **erg**, iar în sistemul **MKS** în **joule** sau în multiplii lui, ştiind că :

$$1 \text{ joule} = 10^7 \text{ ergi} = 1 \text{ watt-secundă} \qquad (5)$$

Unităţile utilizate astăzi, cum sînt **kilogram-metrul, kilocaloria** etc. sînt sortite dispariţiei. Chiar şi unitatea de energie atît de mult utilizată astăzi de **kilowatt-oră** este numai tolerată, deoarece ea nu corespunde sistemului zecimal, avînd în vedere că

$$1 \text{ kWh} = 3{,}6 \cdot 10^6 \text{ Ws (joule)} \qquad (6)$$

Pentru transformări, se va ţine seamă de relaţiile de corespondenţă :

$$1 \text{ kgm} = 9{,}80665 \text{ joule} \qquad (7)$$

şi

$$1 \text{ kcal IT} = 4{,}18604 \text{ kJ}^*) \qquad (8)$$

Dacă presiunea se măsoară în bar şi volumul în m³, prin înmulţirea acestor două mărimi se va obţine *lucrul mecanic* :

$$P \cdot V = 1 \text{ bar} \cdot 1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ dyn/cm}^2 \cdot 10^6 \text{cm}^3 = 10^{12} \text{erg} = 100 \text{ kJ} \qquad (9)$$

*) Vezi observaţia de la finele articolului.

Dimensiunile constantei gazelor vor fi

$$R\left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg °K}}\right] \qquad (10)$$

Kilomolul va cuprinde acum atîtea kilograme masă cîte corespund greutăţii moleculare a substanţei. În consecinţă, raportarea la noul kilomol nu va modifica nimic din mărimea numerică anterioară. Dimensiunile *constantei universale* a gazelor vor fi :

$$R\left[\frac{\text{kJ}}{\text{kmol °K}}\right] \qquad (11)$$

Puterea se măsoară în sistemul **CGS** în **erg/s**, iar în sistemul practic general nou se va măsura numai în **watti** sau în multiplii acestuia (kilo-, mega-, giga-, tera-) ţinînd seama că :

$$1 \text{ watt} = 1 \text{ joule/s} = 10^7 \text{ erg/s} \qquad (12)$$

Formula de putere a maşinilor cu piston se va scrie acum :

$$N = p_m \frac{\pi D^2}{4} l \cdot n \cdot 10^2 \text{[kW]} \qquad (13)$$

dacă se exprimă p_m în bar, D şi l în metri şi n în rotaţii pe secundă. Exprimarea turaţiei maşinilor în rotaţii pe minut reprezintă o reminiscenţă a maşinilor cu abur cu piston, care aveau o turaţie prea mică pentru a fi exprimată convenabil în rotaţii pe secundă. Exprimarea turaţiilor maşinilor care antrenează generatoare electrice de curent alternativ în rot/s are avantajul că exprimă simultan şi frecvenţa curentului produs de generatoarele bipolare.

În noul sistem *greutatea specifică* ca mărime nu se va mai folosi, deoarece nu se va mai folosi noţiunea de **kilogram-greutate.** În schimb, se va întrebuinţa *masa specifică*. Numericeşte, între cele două mărimi, nu va fi nici o deosebire, dacă masa specifică se va exprima în kg/m³, aşa că se vor păstra mai departe valorile numerice din tabele, dar în loc să se exprime prin ele greutatea specifică în kgf/m³, se va exprima masa specifică în kg/m³. Deosebirea numerică dintre γ şi ρ apărută în sistemul **MKfS** rezultă numai din faptul că ambele mărimi sînt exprimate în aceleaşi unităţi de măsură. Masa specifică normală (0°C şi 760 torr) a aerului va fi :

$$\rho_N = 1{,}2928 \text{ kg/m}^3$$

aşa cum era şi greutatea specifică normală exprimată în kgf/m³.

Volumul specific va fi definit ca volumul unităţii de masă şi nu al unităţii de greutate, ceea ce nu va modifica valoarea sa numerică. În consecinţă, în viitor se va scrie

$$v = 1/\rho \text{ [m}^3\text{/kg]}.$$

Debitul de gaz sau lichid ce curge printr-o conductă se va exprima în **kg/s** și nu în **kilograme-greutate pe oră.** *Presiunea dinamică* se va exprima

$$P_d = \frac{\rho . w^2}{2} 10^{-5} \text{ [bar]} \qquad (14)$$

dacă ρ se măsoară în kg/m³ și w — în m/s.

Coeficientul de conductibilitate termică λ se va exprima acum în **J/m s grd**, în loc de kcal/m h grd, ținînd seamă de echivalența

$$1 \frac{\text{kcal}}{\text{m h grd}} = 1{,}163 \frac{\text{J}}{\text{m s grd}} = 1{,}163 \frac{\text{W}}{\text{m grd}} =$$

$$= 1{,}163 \cdot 10^{-2} \frac{\text{W}}{\text{cm grd}} \qquad (15)$$

ceea ce înseamnă că și în acest caz modificarea numerică va fi destul de mică.

Același lucru se poate spune și despre coeficientul α de convecție termică. Și în acest caz se poate scrie :

$$1 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{h grd}} = 1{,}163 \frac{\text{J}}{\text{m}^2\text{s grd}} = 1{,}163 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ grd}} \qquad (16)$$

În tabelele 1, 2 și 3 sînt date cîteva corespondențe dintre vechile și noile unități de măsură, corespondențe foarte utile din punct de vedere practic.

Căldura specifică, ca și *entropia specifică*, se vor măsura în viitor în **kJ/kg.grd**, știind că :

$$1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg.grd}} = 4{,}18604 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.grd}} \qquad (17)$$

Tabela 1

Corespondența kcal IT în kJ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	4,18604	8,37208	12,5581	16,7442	20,9302	25,1162	29,3023	33,4883	37,6744
10	41,8604	46,0464	50,2325	54,4185	58,6045	62,7905	66,9765	71,1625	75,3485	79,5345
20	83,7208	87,8068	92,0929	96,2789	100,465	104,651	108,837	113,023	117,209	121,395
30	125,558	129,744	133,953	138,114	142,300	146,486	150,672	154,858	159,044	163,230
40	167,442	171,628	175,814	180,000	184,186	188,372	192,558	196,744	200,930	205,116
50	209,302	213,488	217,674	221,860	226,046	230,232	234,418	238,604	242,790	246,976
60	251,162	255,348	259,534	263,720	267,907	272,093	276,279	280,465	284,651	288,837
70	293,023	297,209	301,395	305,581	309,767	313,953	318,139	322,325	326,511	330,697
80	334,883	339,069	343,255	347,441	351,627	355,813	359,999	364,185	368,372	372,558
90	376,744	380,930	385,116	389,302	393,488	397,674	401,860	406,046	410,232	414,418
100	418,604	422,790	426,976	431,162	435,348	439,534	443,720	447,906	452,092	456,278

Tabela 2

Corespondența kgf cm² — bar

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0,98067	1,96133	2,942	3,92266	4,90332	5,88399	6,86466	7,84532	8,82598
10	9,80665	10,7873	11,7680	12,7486	13,7293	14,7100	15,6906	16,6713	17,6520	18,6326
20	19,6133	20,5940	21,5746	22,5553	23,5360	24,5166	25,4973	26,4780	27,4586	28,4393
30	29,4200	30,4006	31,3813	32,3619	33,3426	34,3233	35,3039	36,2846	37,2653	38,2459
40	39,2266	40,2073	41,1879	42,1686	43,1493	44,1299	45,1106	46,0913	47,0719	48,0526
50	49,0332	50,0139	50,9946	51,9752	52,9559	53,9366	54,9172	55,8979	56,8786	57,8592
60	58,8399	59,8206	60,8012	61,7819	62,7626	63,7432	64,7239	65,7046	66,6852	67,6659
70	68,6466	69,6272	70,6079	71,5885	72,5692	73,5499	74,5305	75,5112	76,4919	77,4725
80	78,4532	79,4339	80,4145	81,3952	82,3759	83,3565	84,3372	85,3179	86,2985	87,2792
90	88,2598	89,2405	90,2212	91,2018	92,1825	93,1632	94,1438	95,1245	96,1052	97,0858
100	98,0665	99,0472	100,028	101,008	101,989	102,970	103,950	104,931	105,912	106,892

Corespondența kcal/m h grd — kj/m s grd *Tabela 3*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1,163	2,326	3,489	4,652	5,815	6,978	8,141	9,304	10,467
10	11,630	12,793	13,956	15,119	16,282	17,445	18,608	19,771	20,934	22,097
20	23,260	24,423	25,586	26,749	27,912	29,075	30,238	31,401	32,564	33,727
30	34,890	36,053	37,216	38,379	39,542	40,705	41,868	43,031	44,194	45,357
40	46,520	47,683	48,846	50,009	51,172	52,335	53,498	54,661	55,824	56,987
50	58,150	59,313	60,476	61,639	62,802	63,965	65,128	66,291	67,454	68,617
60	69,780	70,943	72,106	73,269	74,432	75,595	76,758	77,921	79,084	80,247
70	81,410	82,573	83,736	84,899	86,062	87,225	88,388	89,551	90,714	91,877
80	93,040	94,203	95,366	96,529	97,692	98,855	100,018	101,181	102,344	103,507
90	104,670	105,833	106,996	108,159	109,322	110,485	111,648	112,811	113,974	115,137
100	116,300	117,463	118,626	119,789	120,952	122,115	123,278	124,441	125,604	126,764

Tot astfel, *energia internă*, *entalpia*, *energia liberă* etc. se vor măsura în **kJ/kg**, avînd în vedere corespondența numerică dată de formula (17).

Căldura specifică a apei nu va mai fi acum egală cu unitatea, ci cu 4,18604 kJ/kg grd, ceea ce reprezintă, de sigur, un dezavantaj pentru calculele numerice, dat fiind faptul că apa este des utilizată în lucrările experimentale și în problemele numerice.

Observații

Echivalentul lui kJ al kcal a fost calculat pe baza convențiilor internaționale, după care:

$$860 \text{ kcal IT} = 1 \text{ kWh}$$

și

$$1 \text{ kJ} = 1 \text{ kWs},$$

deci:

$$860 \text{ kcal IT} = 3\,600 \text{ kJ},$$

de unde:

$$1 \text{ kcal IT} = \frac{3\,600}{860} \text{ kJ} = 4{,}18604 \text{ kJ}$$

În lucrarea lui V. P. Romadin [1] se ia:

$$1 \text{ kcal} = 4{,}1868 \pm 0{,}00022 \text{ kJ}$$

deoarece se consideră că:

$$1\text{kWh} = \frac{(1{,}00034 \pm 0{,}00002)^2}{1{,}00049 \pm 0{,}00002} \cdot 3\,600 \text{ kJ}$$

Bibliografie

[1] Romadin P. V.: *Despre noua unitate de energie termică*, Teploenerghetika, 1958, nr. 7.

[2] Grassmann P.: *Asupra problemei celui mai indicat sistem de unități*, V. D. I.–Z, 1956, p. 1 829/34

[3] * * * *Sisteme de unități*, Editorial. B.W.K., 1959, nr. 1

Arzătoare industriale

Ing. *ZOLTAN VERESS*

Utilizarea pe scară din ce în ce mai largă a gazului metan mai ales în ultimii 10 ani impune examinarea atentă a unei serii întregi de probleme tehnice și economice, care nu pot fi trecute cu vederea de către consumatori.

În acest articol se vor analiza cîteva aspecte de construcție a arzătoarelor utilizate în focare industriale, fără a intra în amănunte constructive.

În literatura tehnică romînă, problema arderii gazului metan și a arzătoarelor de gaz metan este neabordată, iar în literatura străină calculele teoretice sînt indicate sumar, cu exemplificări și aplicații practice numai în domenii foarte restrînse.

Arzătoarele industriale sînt elemente componente ale cuptoarelor sau ale cazanelor, și deci ele trebuie să fie construite adecvat procesului tehnologic sau condițiilor de lucru ale cuptorului sau cazanului respectiv. Ținînd seama de aceste considerente, se pot construi arzătoare care să asigure condiții optime de exploatare, formînd un complex armonios între parametrii de bază, cantitatea de căldură, lungimea, temperatura și volumul flăcării, temperatura și volumul focarului etc.

Pentru exemplificare se vor analiza pe scurt, în cele ce urmează, flacăra industrială de gaz și cuptoarele și arzătoarele adecvate.

1. Clasificarea flăcării industriale de gaz

Arderea în focare industriale depinde de felul flăcării care se dezvoltă. Aceasta are importanță deosebită la transmiterea căldurii, respectiv la efectul chimic asupra produsului tehnologic. Efectul chimic nu are importanță la toate încălzirile industriale, ci numai în metalurgie și în special la oțel, la porțelan și în anumite locuri de industrie chimică.

Arderea poate avea loc cu flacără sau fără flacără (catalitică). Flacăra industrială se poate clasifica în:

a) *flacăra Bunsen*;
b) *flacăra neluminoasă* și
c) *flacăra luminoasă*.

În aplicațiile industriale ale gazului metan se întîlnesc toate aceste trei categorii de flăcări amintite mai sus.

a) *Flacăra Bunsen* se caracterizează printr-o ardere completă a gazului la presiune joasă (50–1 000 mm C. A.).

Gazul împreună cu aerul primar aspirat formează, la capătul arzătorului, flacăra. Aerul secundar ajută la dezvoltarea flacării albăstruie cu un miez (con) verzui.

Acest proces are loc la limitele de amestec: gaz-aer primar (în volum) între 1 : 5÷1 : 7,5. La un raport gaz-aer sub limita de 1 : 5, flacăra se lungește și tinde spre o culoare roșiatică, iar peste 1 : 7,5 flacăra se scurtează și devine neluminoasă, însă fără con verzui.

În limitele arătate arderea are loc pe suprafața exterioară a conului interior, gazul metan fiind descompus în gaze intermediare: CO și H_2, iar în conul exterior se produc CO_2 și H_2O datorită aerului secundar intrat prin difuziune.

Flacăra Bunsen are utilizări în afară de arzătoarele de laborator și la diferite cuptoare

industriale, unde nu se dispune de aer suflat, iar calitatea arderii se poate controla vizual.

b) *Flacăra neluminoasă*, cu amestec preliminar de aer sau numai la ieşirea din arzător, este întrebuinţată în majoritatea încălzirilor industriale. Există multe soluţii constructive pentru arzătoare, după felul cuptoarelor, temperatura de regim, viteza de ardere, lungimea flăcării etc.

c) *Flacăra luminoasă*. La aceste arzătoare intervine — înainte de arderea gazului metan — o descompunere parţială la temperatura mai ridicată în componenţii : hidrogen şi carbon. Acest fenomen de disociere apare atunci cînd gazul metan arde cu lipsă de aer şi are o scurgere laminară. Metanul se descompune parţial sub influenţa radiaţiei pereţilor cuptorului şi eliberează atomi de hidrogen. Hidrogenul arde foarte intens, formînd vapori de apă. Moleculele reziduale — radicalii hidrocarburilor — se asociază şi formează molecule tot mai mari şi mai sărace în hidrogen, un fel de schelet de molecule, care prin concentrare se sublimează în stare solidă. Scheletele devin incandescente prin căldura degajată de arderea hidrogenului, respectiv prin părţile metanului care ard complet.

Dacă în procesul de ardere, în zona de disociere, nu este oxigen suficient pentru arderea moleculelor de carbon şi hidrocarburi, acestea nu ard complet şi formează fumul. La răcirea gazelor de ardere se depune negru de fum.

Luminiscenţa flăcării se datoreşte incandescenţei carbonului şi aplicarea pe scară industrială are multe avantaje. Flacăra luminoasă a metanului este de fapt mai rece decît cea neluminoasă, din cauza căldurii consumate în timpul disocierii ; totuşi căldura cedată este mai mare.

d) *Arderea catalitică fără flacără*. Pentru scopuri industriale speciale s-au construit în ultimul timp o serie de arzătoare pentru dezvoltarea unei arderi catalitice fără flacără. Scopul acestei arderi este pe de o parte asigurarea arderii concentrate pe un volum mic de focar (încărcare specifică mare), iar pe de altă parte încălzirea cu raze infraroşii.

Principiul de funcţionare este : amestecul teoretic de gaz-aer cu presiune este suflat printr-o diafragmă ceramică poroasă cu suprafaţa mare de contact, care după încălzirea suprafeţei peste 850°C funcţionează ca un catalizator şi arderea se produce fără flacără.

Flacăra catalitică se caracterizează prin transformarea energiei chimice a gazului în energie ondulatorie. Aceste raze infraroşii transmit foarte bine energia termică, iar prin trecerea lor pe suprafaţa unui material (ca rezonator) sînt absorbite complet şi transformate în căldură.

În încălzirile moderne cu gaz, razele infraroşii au un mare viitor datorită avantajelor ce le oferă, atît prin încălzire rapidă, cît şi prin consum redus de combustibil.

2. Clasificarea cuptoarelor industriale

a) **După forma focarului**

1) cuptor cu vatră ;
2) cuptor rotativ ;
3) cuptor tunel ;
4) cuptor cu oale sau creuzet ;
5) cuptor adînc şi
6) cuptor cu bazin, cuptor cu cameră.

b) **După felul de alimentare**

1) cuptor cu role ;
2) cuptor cu vagoneţi cu vatră ;
3) cuptor de propulsie ;
4) cuptor cu tragere continuă ;
5) cuptor de recoacere în oale şi
6) cuptor cu lucru discontinuu.

c) **După felul de încălzire :**

1) cuptor cu vatră cu flacără directă ;
2) cuptor semimufă ;
3) cuptor mufă ;
4) cuptor cu contracurent şi
5) cuptor cu radiaţie infraroşie.

d) **După felul procesului de lucru :**

1) cuptor de recoacere ;
2) cuptor de normalizare-tratament termic ;
3) cuptor de forjă ;
4) cuptor de revenire ;
5) cuptor de topire şi
6) cuptor de uscare.

Această sistematizare nu este completă ; are însă darul de a indica criteriile de clasificare a cuptoarelor, la alegerea cărora se ţine seama şi de specificul procesului tehnologic.

3. Atmosfera interioară în cuptor

Din punct de vedere al naturii atmosferei din cuptor, încălzirile industriale se împart în două categorii : în prima categorie, atmosfera nu influenţează produsul, de exemplu la cazane, uscătoare etc., iar în a doua procesul tehnologic este influenţat de compoziţia gazelor de ardere.

La cazanele cu abur trebuie respectate condiţiile termotehnice pentru obţinerea randamentului maxim de încălzire, ceea ce înseamnă practic că arderea trebuie dirijată cît mai apropiat de cea teoretică, cu exces minim de aer.

La cuptoarele metalurgice,tratamentele termice, cuptoarele de cimentare, respectiv la cuptoarele de porţelan, calitatea atmosferei interioare din cuptor influenţează procesul tehnologic, de ex. în industria de porţelan, care necesită uneori o atmosferă reducătoare.

În metalurgia oţelului nu este suficient de a se evita oxigenul, pentru că la temperaturi ridicate atît CO_2 cît şi H_2O au efect de oxidant. Prin aceasta se produc pierderi considerabile în ardere a produsului (ţunder). Lupta contra pierderii de oţel în timpul procesului este în general intensă, pentru care în literatura mondială există un material bogat de documentare.

Pierderile de material în procesele metalurgice prin încălziri multiple se ridică la 4—5%, lucru care pe plan republican se cifrează la

cantităţi însemnate ; oţelul fiind material deficitar, orice pierdere în plus înseamnă pierderi de devize. Iată pentru ce este de o mare însemnătate soluţionarea cît mai grabnică a problemelor de perfecţionare şi raţionalizare a proceselor de ardere.

Unde atmosfera cuptorului nu este dirijată, pe lîngă pierderile de material vor fi şi pierderi considerabile de combustibil. Aceasta se poate remedia şi prin raţionalizarea consumului de gaz şi prin controlul atmosferei. De altfel şi prin folosirea gazelor protectoare (prin introducerea separată a gazului de furnal sau gaz metan etc.)

4. Clasificarea arzătoarelor industriale de gaz

Arzătoarele se clasifică după mai multe criterii şi anume :

1. **După sistemul de amestec :**

a) arzătoare atmosferice cu injecţie de presiune joasă şi medie ;
b) arzătoare cu aer suflat în amestec proporţional (Venturi) ;
c) arzătoare cu curenţi paraleli gaz-aer ;
d) arzătoare cu amestec forţat şi
e) arzătoare cu amestec combinat.

2. **După capul arzătorului :**

a) arzătoare cu injecţie, cu cap inelar, lamelar, rotunde sau ţevi simple ;
b) arzătoare cu amestecătoare forţate cu cap arzător, cu viteze de ieşire mari, arderi de suprafaţă ;
c) arzătoare prin difuziune şi
d) arzătoare de radiaţie.

3. **După felul flăcării :**

a) arzătoare cu flacăra Bunsen ;
b) arzătoare cu amestec preliminar cu flacără scurtă (Venturi) ;
c) arzătoare cu amestec turbulent cu flacăra mijlocie ;
d) arzătoare cu ardere difuză, cu flacăra lungă şi
e) arzătoare cu ardere catalitică.

Avînd clasificarea de mai sus a arzătoarelor industriale de gaz metan şi ţinînd seamă de criteriile amintite la clasificarea flăcărilor de gaz, putem trece la descrierea diferitelor arzătoare dezvoltate în ultimii 20 ani şi aplicate cu rezultate bune în diferite industrii din R.P.R.

A. DESCRIEREA ARZĂTOARELOR

Arzătoare cu injecţie de presiune joasă (atmosferice)

Arzătorul linear lamelar (fig. 1) de presiune joasă are avantajul că poate fi construit în diferite forme şi cu suprafeţele dorite, prin care se obţin solicitări termice uniforme. Părţile lui principale sînt : injectorul, tubul difuzor Venturi şi capul de arzător. Construcţia şi mărimea elementelor componente pot fi diferite după debitul necesar şi după presiunea gazului metan. Arzătorul lucrează între limitele de presiune 100-800 mm C.A.

Pentru fiecare scop de utilizare este necesar ca arzătorul să fie calculat exact după capacitatea nominală cerută.

Suprafaţa de ardere prin lamele asigură o bună repartiţie, dezvoltînd o flacără uniformă pe toată lungimea sistemului lamelar. Arzătorul neutilizat în timp îndelungat în contact cu atmosfera umedă se oxidează la suprafaţa lamelelor, micşorîndu-se astfel secţiunea de ieşire, ceea ce schimbă caracterul flăcării. Pentru cazurile cînd sînt expuse la o oxidare pronunţată, se prevăd în loc de lamele plăci

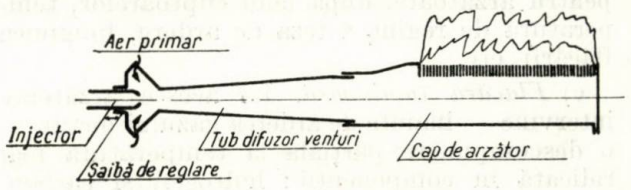


Fig. 1. Arzător linear lamelar

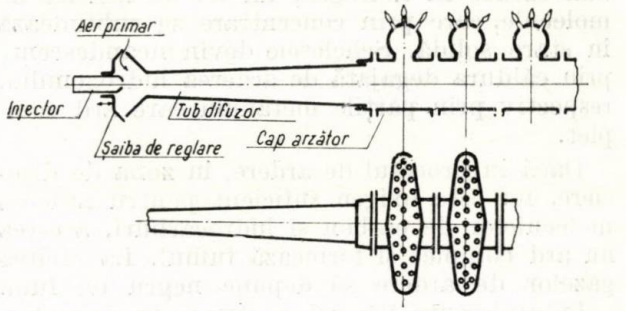


Fig. 2. Arzător de presiune joasă cu flacără foarte scurtă şi de suprafaţă mare.

ceramice cu orificii circulare. Capacitatea arzătoarelor la presiunea nominală de 300 mm C.A. este de 6—8 m.c./h pe metru linear de arzător.

Se utilizează cu succes la : cazane de calorifer, uscătoare diverse, căldări de fiert, topit metale etc.

Arzătorul din fig. 2 este în principiu identic cu cel lamelar, cu deosebirea că capul arzătorului are o altă formă. În acest caz

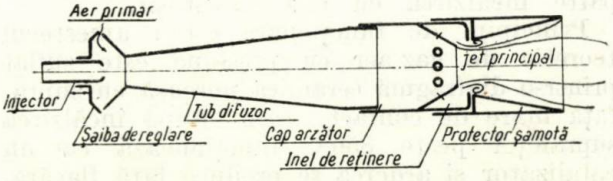


Fig. 3. Arzător model TD.

capul este din ţeavă sau din piese de fontă cu orificii de 3 mm ∅ la ieşire, în formă rotundă. Cu acest arzător se poate realiza o flacără foarte scurtă, deoarece fiecare element de flacără arde separat cu flacăra Bunsen.

Arzătorul model TD din fig. 3 este modelul cel mai utilizat în industrie, mai ales la cazane. Arzătorul se compune dintr-un tub difuzor

Venturi şi un cap arzător, cu un singur orificiu de ieşire, prin care se formează o flacără în formă de jet. Amestecul carburant iese din

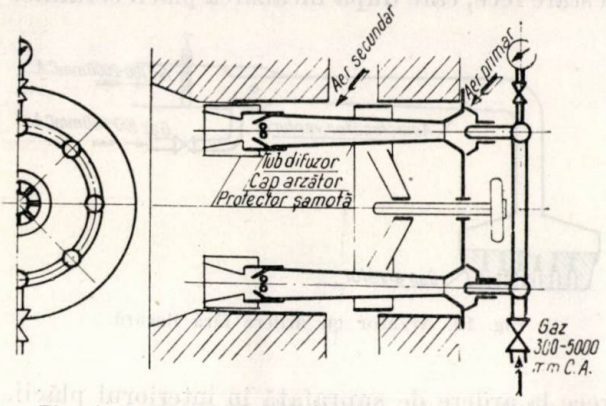


Fig. 4. Arzător industrial pentru cazane cu injecţie (presiune joasă şi medie).

capul arzătorului cu o viteză mai mare decît viteza de ardere şi în mod normal flacăra se îndepărtează de la arzător, însă la capul arzătorului TD se formează un inel de flacără printr-o cameră secundară cu o viteză foarte redusă (sub viteza de ardere), cu ajutorul căreia se menţine contactul cu jetul principal.

Se utilizează la focarele cu volum mai mare, adică cu încărcare termică mai redusă sau în cazurile cînd nu se foloseşte aer insuflat.

Figura 4 reprezintă un tip de arzător industrial pentru cazane, care funcţionează cu presiune joasă şi medie. Arzătorul se compune din 4—24 elemente TD, după capacitatea dorită şi în funcţie de presiunea de regim. Arzătorul are avantajul că nu necesită aer suflat, dar are dezavantajul că excesul de aer nu se poate regla, fiind construit pentru anumite sarcini şi lucrează numai cu aer secundar rece.

Arzătoare de presiune medie fără aer suflat

Arzătoarele de presiune medie (fig. 5) sînt în general folosite în cazurile de încălzire cu mers continuu, unde trebuie evitate eventualele opriri din cauza întreruperii curentului electric.

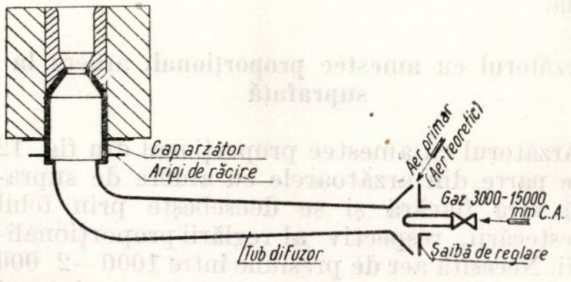


Fig. 5. Arzător de presiune medie cu ardere de suprafaţă.

Au avantajul că nu necesită aer suflat şi în acelaşi timp dezavantajul că nu se poate preîncălzi aerul de combustie, totuşi lucrează raţional, dar numai în limite relativ mici. Se utilizează în industria sticlei — la bazinele de lucru — şi în industria metalurgică — la cuptoare mici.

Arzătoare cu aer suflat cu flacăra scurtă şi mijlocie

Arzătoarele cu aer suflat — cu amestec forţat sînt cele mai des întrebuinţate la toate tipurile de cuptoare, cu excepţia arzătoarelor zidite, de sistem regenerativ. În fig. 6 şi 7 sînt arătate două tipuri experimentate timp îndelungat. Ambele tipuri sînt caracterizate printr-o construcţie în care se evită întoarcerea flăcării.

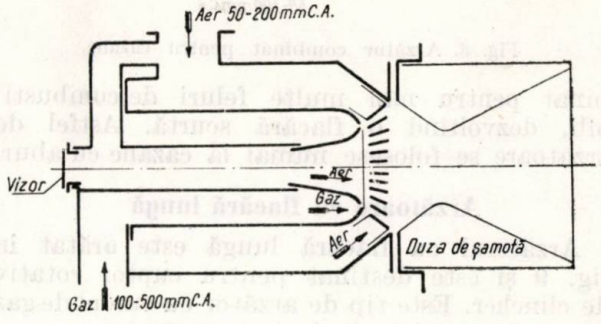


Fig. 6. Arzător cu aer suflat model GAR.

Arzătoarele cu aer suflat au limite foarte largi de reglare a debitului, a lungimii flăcării şi a intensităţii de ardere şi deci permit

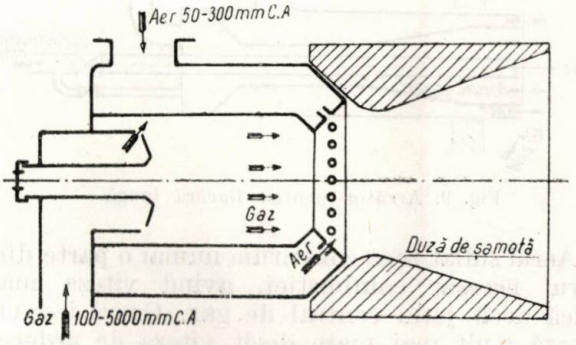


Fig. 7. Arzător cu aer suflat cu flacără scurtă.

şi încărcări specifice mari după felul focarelor (100 000—600 000 kcal, m³/h).

La focarele cu căptuşeală refractară normală, trebuie să se evite ca flacăra să atingă direct suprafaţa căptuşelii, ceea ce poate duce la distrugerea zidăriei refractare.

Construcţia arzătoarelor de acest tip este rezistentă, elementele lor sînt turnate din fontă. Montarea se face pe placă de fixare cu duze din piatră (Büsenstein) cu orificii individuale pentru aprindere şi pentru control.

Arzătorul din fig. 6 este indicat pentru o flacără de lungime mijlocie — reglabilă —, iar cel din fig. 7 pentru flacără foarte scurtă.

O flacără scurtă se poate obține și cu arzătoare atmosferice atît cu presiune joasă cît și cu presiune medie, utilizînd o construcție adecvată. Fig. 8 reprezintă un arzător com-

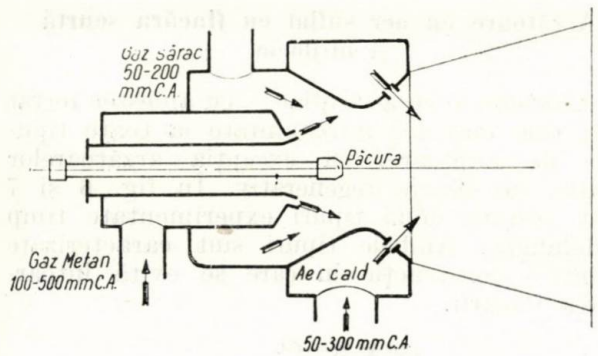


Fig. 8. Arzător combinat pentru cazane.

binat pentru mai multe feluri de combustibili, dezvoltînd o flacără scurtă. Astfel de arzătoare se folosesc numai la cazane cu abur.

Arzătoare cu flacără lungă

Arzătorul cu flacără lungă este arătat în fig. 9 și este destinat pentru cuptor rotativ de clincher. Este tip de arzător cu curent de gaz și aer în paralel, cu inele concentrice.

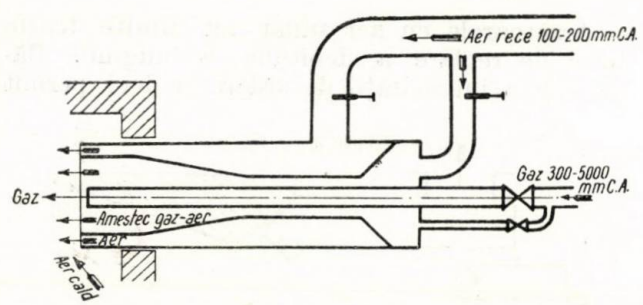


Fig. 9. Arzător pentru flacără lungă.

Aerul suflat rece constituie numai o parte din aerul necesar combustiei, avînd viteza mai mică decît jetul central de gaz. Gazul iese cu viteză mult mai mare decît viteza de ardere.

Pe parcurs se produce și o disociere parțială a metanului prin care flacăra devine mai luminoasă. Scurtarea flăcării se face prin introducerea de gaz adițional cu aer la partea centrală a arzătorului.

Prin aceasta se poate obține o deplasare a vîrfului de temperatură de la zona critică cu cîțiva metri.

Flacăra lungă se obține și cu arzătoare atmosferice cu aspirația de aer multiplă cu 2—3 trepte.

Arzătoare fără flacără, ardere la suprafață

Arzătorul cu ardere fără flacără din fig. 10 are un tub de amestec Venturi sau de alt tip, o cameră de distribuție și o placă ceramică perforată. Placa este perforată cu găuri de diametru mic în interior și mare în exterior (4 și 8 Ø mm) de unde rezultă o flacără scurtă în stare rece, care după încălzirea plăcii ceramice

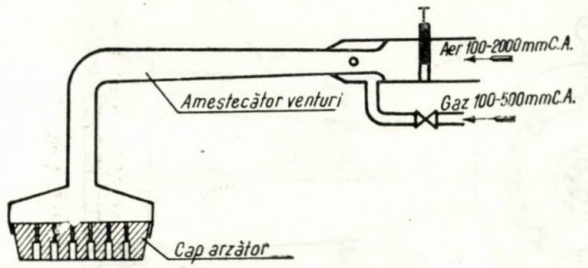


Fig. 10. Arzător cu ardere fără flacără.

trece la ardere de suprafață în interiorul plăcii. Se utilizează la cuptoarele speciale metalurgice și la sticla Trommel.

Arzătoare cu flacără difuză cu disociere parțială

Arzătorul cu flacără difuză din fig. 11 este construit pentru curenți paraleli de gaz și aer și cu straturi cu viteze bine determinate pentru a evita amestecul preliminar. Arderea se pro-

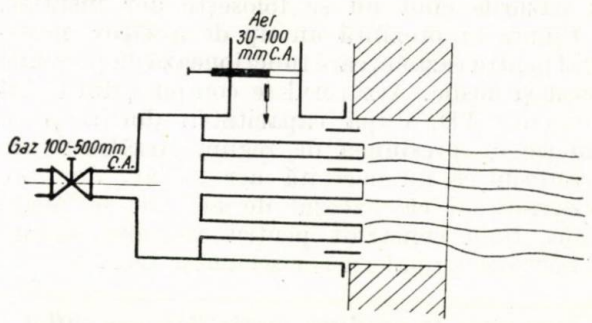


Fig. 11. Arzător cu flacără difuză (flacără lungă).

duce după o preîncălzire pe parcurs, unde are loc o difuziune pronunțată a componenților, flacăra este lungă, luminoasă, cu o putere de radiație mult superioară celei cu ardere normală.

Arzătorul cu amestec proporțional, ardere la suprafață

Arzătorul cu amestec proporțional din fig. 12 face parte din arzătoarele cu ardere de suprafață fără flacără și se deosebește prin felul amestecării, respectiv al reglării proporționalității. Necesită aer de presiune între 1000—2 000 mm C. A., iar gazul este redus cu ajutorul regulatorului la presiunea atmosferică. Prin efectul Venturi, gazul este aspirat proporțional cu viteza aerului, în secțiunea minimă a tubului Venturi. Arzătorul are avantajul că atmosfera

în cuptor rămîne aceeaşi chiar la schimbarea focului.

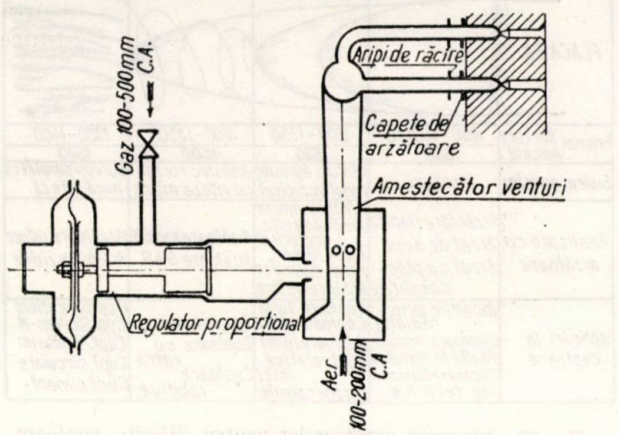


Fig. 12. Arzător cu amestec proporţional pentru ardere fără flacără.

Arzătoare pistoale pentru încălziri speciale

Arzătoarele speciale din care face parte şi arzătorul din fig. 13 sînt destinate pentru industria prelucrătoare de sticlă şi metalurgică, de ex.: la prelucrarea sticlei, lipituri ţevi, călire de suprafaţă, căliri etc. Limitele

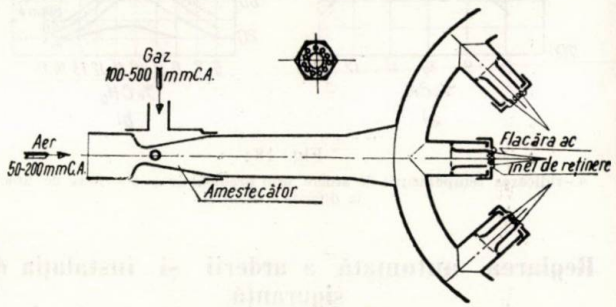


Fig. 13. Arzător special.

de încărcare sînt mici; de aceea este necesar ca arzătoarele să fie dimensionate pentru fiecare scop în parte, ţinînd seamă de consumul de căldură.

Arzătoare fără flacără, cu radiaţie infraroşie

Arzătorul fără flacără cu radiaţie infraroşie este cel mai nou tip în industria de gaz (fig. 14).

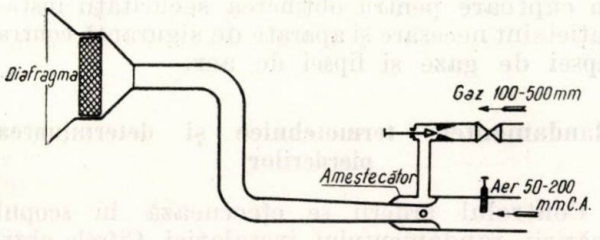


Fig. 14. Arzător cu radiaţie infraroşie.

Principiul este identic cu cel al arzătorului din fig. 10, cu deosebirea că placa din faţă este capul arzătorului şi nu are orificii. Întreaga masă este poroasă, din material ceramic, prin care trece amestecul carburant. Arderea în stare rece se face în exterior, iar după ridicarea temperaturii plăcii (diafragma arzătorului) peste 850°C flacăra se transformă în ardere catalitică, capul arzătorului devenind un catalizator.

Efectul de radiaţie este excepţional şi are o serie de avantaje la încălziri industriale faţă de cele aplicate pînă în prezent.

Arzătoare zidite (cu aer cald)

Arzătoarele zidite sînt aplicate la unităţi mari de cuptoare:

Cuptor de topit sticlă 1 400—1 600°C.
Cuptor Siemens-Martin 1 600—1 700°C.
Cuptoare cu camere mari 1 300—1 400°C.

Aceste cuptoare reprezintă exclusiv sisteme reglementare, la care de fapt nu se pot folosi arzătoarele metalice. Fig. 15 arată un astfel de arzător zidit care este utilizat în industria sticlei. Partea caracteristică o reprezintă gura de arzător, în care intră din regenerator aerul preîncălzit pînă la 1 000—1 100°C, şi scurgerea laminară, în care se introduce gazul metan cu viteza şi cu înclinaţia potrivită. Caracterul flăcării şi temperatura de ardere depind de forma arzătorului, înclinaţia jetului de gaz, grosimea jetului şi raportul vitezelor.

Arderea are loc cu flacără luminoasă şi cu disocierea parţială a metanului. Acestea sînt tipurile caracteristice de arzătoare raţionale aplicate în industriile noastre. Afară de acestea mai există multe tipuri mai vechi în funcţiune, mai mult sau mai puţin raţionale.

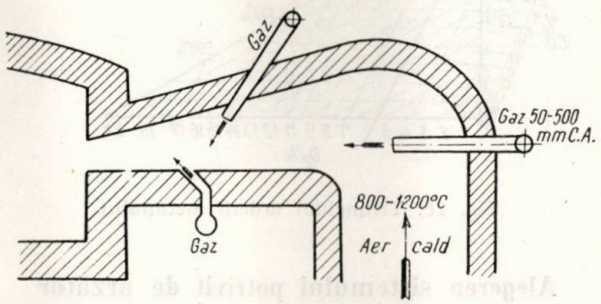


Fig. 15. Arzător zidit cu aer cald pentru temperaturi înalte cu disociaţia parţială a metanului.

Din cele arătate se poate vedea cît de multe tipuri de arzătoare sînt necesare în toate domeniile industriei din R.P.R. pentru asigurarea arderii raţionale a gazului metan. Dezvoltarea raţională a arzătoarelor reclamă cercetări minuţioase şi îndelungate pe scară pilot şi pe model, cu cheltuieli ridicate care însă se amortizează în scurt timp prin economiile realizate.

Controlul proceselor de ardere

Pentru atingerea unui randament optim al cuptoarelor industriale nu este suficientă instalarea arzătoarelor raţionale, ci este necesară şi o bună exploatare a lor.

Controlul unei bune arderi reclamă existenţa aparatelor de măsură şi de control.

Asigurarea condiţiilor perfecte ale procesului de ardere şi ale producţiei necesită măsurarea următorilor parametri :

debitul de gaz;
debitul de aer;
presiunea de gaz, presiunea în cuptor;
presiunea de aer, tirajul în canale;
proporţia de amestec şi
compoziţia gazelor de ardere CO_2 şi O_2.
temperaturile în flacără şi în diverse puncte pe traseul gazelor arse şi al aerului preîncălzit.

Astăzi există însă foarte puţine cazane şi instalaţii termice înzestrate cu aparatura de control. Dar sînt şi alte posibilităţi de a face unele determinări cu o aparatură mai simplă, la debite şi presiuni, iar analiza gazelor de ardere se face cu aparatul Orsat. Cu procentele de CO_2 şi O_2 astfel stabilite şi cu ajutorul triunghiului arderii din fig. 16 se citeşte direct excesul sau insuficienţa de aer.

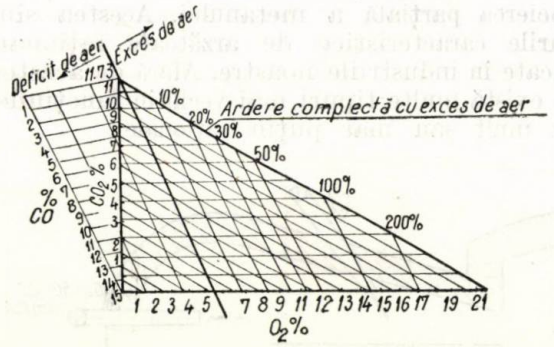


Fig. 16. Triunghiul arderii metanului.

Alegerea sistemului potrivit de arzător

Fig. 17, în formă de tabel, dă o orientare asupra utilizării diferitelor flăcări, respectiv asupra alegerii arzătoarelor corespunzătoare diferitelor cuptoare industriale. Alegerea arzătorului potrivit la locul cerut este hotărîtoare atît în ceea ce priveşte randamentul termotehnic, cît şi calitatea produsului. Analiza gazelor arse şi temperatura lor sînt indiciul cel mai sigur asupra modului de ardere. Fig. 18 dă o orientare asupra temperaturii şi a vitezei de ardere a metanului.

	Ardere fără flacără	Flacără scurtă	Flacără mijl.	Flacăra lungă
FLACARA				
Temp. max. Aer rece	850–1400°C	1200–1350	1200–1350	1300–1400
Aer cald	1800	1500	1600	1800
Sistem amestec	Venturi	Venturi amestec forţat încrucişat	Amestec forţat cu viteza mare	Curenţi paralel cu mică viteză
Realizate cu arzătoare	Arzăt. fără flacără Arzăt. de supr. Arzăt. cu plăci catalitice	Arzăt. cu injecţie Arzăt. amestec. încrucişat Arzăt. turbo Arzăt. calorifer Arzăt. lamelare	Arzătoare mod TD Arzătoare GAR	Arzătoare difuze Arzătoare zidite
Aplicări la cuptoare	Încălzire prin radiaţie Cuptoare mici de înaltă temperatură Cuptoare fratamente termice	Cuptoare forjă Cuptoare cătire Cuptoare tunel Cupt. rotative nici Cazane calorifer	Cazane abur Cuptoare cu vatră Cuptoare rotative	Cuptoare sticlă Cupt. Siemens-M Cupt. Hendheim Cupt. circulare Cupt. ciment

Fig. 17. Alegerea arzătoarelor pentru diferite cuptoare industriale.

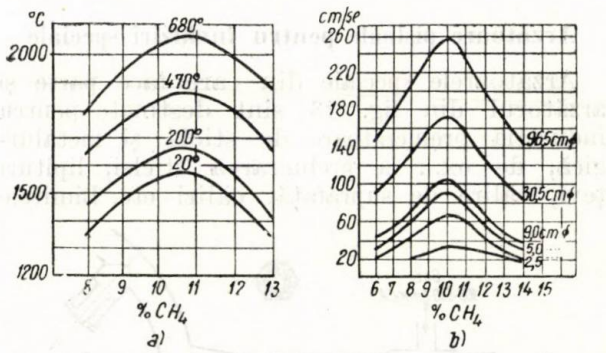


Fig. 18:
a—ridicarea temperaturii de ardere prin preîncălzire; *b*—viteze de ardere la diferite diametre

Reglarea automată a arderii şi instalaţia de siguranţă

Reglarea automată a arderii la toate focarele este avantajoasă şi duce la economisirea considerabilă a combustibililor. Excepţie fac cuptoarele de topit sticlă, unde masele mari de sticlă cu producţia uniformă pot fi reglate perfect şi cu instrumentele de control.

Se cunosc foarte multe sisteme, ca : hidraulice, pneumatice, electrice sau electropneumatice.

Pe lîngă reglarea automată a temperaturii în cuptoare pentru obţinerea securităţii instalaţiei sînt necesare şi aparate de siguranţă contra lipsei de gaze şi lipsei de aer.

Randamentele termotehnice şi determinarea pierderilor

Controlul arderii se efectuează în scopul măririi randamentului instalaţiei. Cifrele obţinute după aceste măsurători se compară cu cele calculate teoretic. În acest sens, fig. 19 indică foarte clar variaţia randamentului în funcţie de excesul de aer la diferite temperaturi ale gazelor arse.

Figura 18 arată efectul preîncălzirii aerului de combustie asupra temperaturii de ardere a gazului și efectul diferitelor diametre ale arzătoarelor asupra vitezei de ardere și propagare a flăcării. Acestea sînt necesare la dimensionarea arzătoarelor.

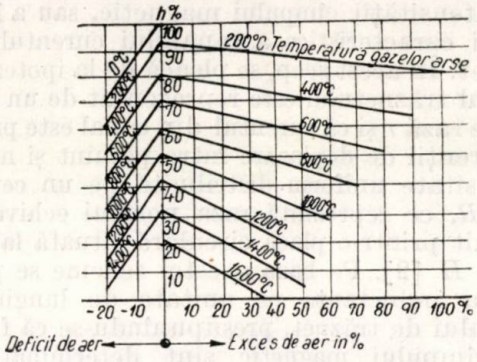


Fig. 19. Randamentul termotehnic.

Figura 20 indică pierderea de căldură în funcție de $\%O_2$ în gaze arse la diferite temperaturi, precum și economia de căldură prin recuperarea ei, preîncălzind aerul de combustie. Din diagramă reiese că preîncălzirea aerului dă o economie considerabilă, iar preîncălzirea gazului nu este rentabilă.

Cu aceste diagrame și cu ajutorul analizelor termotehnice se pot controla arderea și efectul raționalizărilor sau modernizărilor aduse instalațiilor. Din cele arătate se poate vedea modul cum trebuie urmărite problemele de ardere în general și ale arzătoarelor în special.

Randamentele instalațiilor consumatoare de combustibil sînt în general mult inferioare celor ce s-ar putea obține printr-o mai bună organizare tehnică.

Din cercetările pe teren rezultă că în multe întreprinderi există instalații de ardere a gazului defectuoase, care duc la risipă mare de combustibil. Risipa de combustibil provine de la o exploatare nerațională a instalațiilor, datorită lipsei de aparatură de măsurare și control și în parte din cauza pregătirii necorespunzătoare a personalului de deservire.

Ministerul Industriei Petrolului și Chimiei, constatînd această stare de lucruri, a înființat un laborator termotehnic mobil, care funcționează pe lîngă Direcția Generală a Gazului Metan Mediaș.

Acest laborator termotehnic face diferite determinări termotehnice la întreprinderile care solicită acest control.

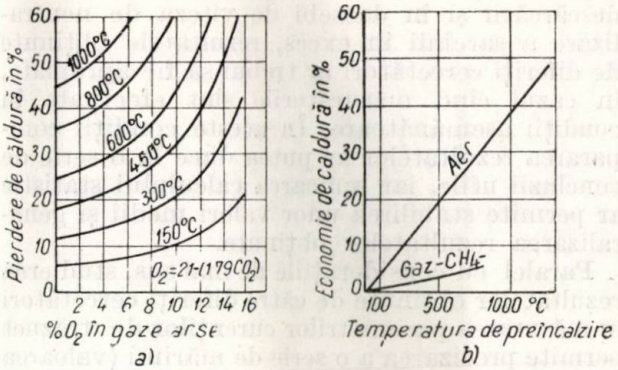


Fig. 20:
a – pierdere de căldură în gaze arse; *b* – economie de căldură la preîncălzire

Cu ocazia controalelor efectuate pînă în prezent s-au stabilit cauzele care duc la risipă de combustibil și s-au făcut recomandări în vederea remedierii. Ar fi indicat ca și alte ministere să organizeze astfel de laboratoare termotehnice de control, cu ajutorul cărora să ajute întreprinderile în lupta pentru economisirea de combustibil.

Despre parametrii curentului de trăznet. Analizarea metodelor de măsurare și a rezultatelor obținute prin aceste metode

Ing. *GLEB DRĂGAN*

În țara noastră, numărul de întreruperi și avarii provocate de supratensiunile atmosferice este deosebit de mare.

Astfel, în anul 1957, caracterizat prin manifestări atmosferice relativ frecvente, pierderile de energie electrică provocate de supratensiunile atmosferice depășesc cu mult pierderile produse de alte cauze ; numărul de avarii datorate acestor supratensiuni a depășit cifra de 200. Paralel cu întreruperea în alimentare cu energie electrică au loc distrugeri de aparate electrice ca întreruptoare, transformatoare, reductoare etc.

Din cele de mai sus, rezultă necesitatea studierii și aplicării unor măsuri de protecție rațională împotriva supratensiunilor atmosferice. Soluționarea problemei protecției împotriva supratensiunilor atmosferice trebuie făcută numai pe baze științifice; alegerea unei scheme necorespunzătoare putînd adesea înrăutăți comportarea

instalațiilor electrice la acțiunea supratensiunilor.

Analizarea nivelului de protecție a unei scheme, precum și a comportării instalațiilor electrice la acțiunea supratensiunilor atmosferice, pleacă de la ipoteza căderii unui trăznet pe o linie electrică aeriană, ceea ce are drept consecință producerea de unde de supratensiune călătoare. Amplitudinea și caracteristicile undelor de supratensiune depind de parametrii curentului de trăznet din care cauză se impune cunoașterea valorii acestora.

Deoarece condițiile orografice ale regiunii influențează mai puțin asupra formei și caracteristicilor curentului de trăznet, care sînt determinate în primul rînd de procesele din canalul descărcării și în deosebi de viteza de neutralizare a sarcinii în exces, rezultatele obținute de diferiți cercetători ar trebui să fie apropiate, în cazul cînd măsurătorile sînt efectuate în condiții asemănătoare. În aceste condiții compararea rezultatelor ar putea duce la o serie de concluzii utile, iar aplicarea calculului statistic ar permite stabilirea unor valori medii și generalizarea rezultatelor obținute.

Paralel cu considerațiile de mai sus, studierea rezultatelor obținute de către diferiți cercetători în măsurarea parametrilor curenților de trăznet permite precizarea a o serie de mărimi (valoarea maximă a curentului de trăznet, probabilitatea apariției curenților de trăznet de o anumită intensitate, frecvența a două descărcări succesive etc.) utile în analizarea schemelor de protecție. Pe de altă parte, analizarea rezultatelor și trasarea unor valori medii dă posibilitatea precizării caracteristicilor undelor de tensiune și de curent de impulsie utilizate în încercările de laborator.

În condițiile din țara noastră, deoarece nu s-au efectuat măsurări privind parametrii curentului de trăznet, analiza rezultatelor obținute de diferiți cercetători este necesară pentru precizarea acestor parametri, cu atît mai mult cu cît într-un viitor apropiat nu există posibilitatea înregistrării curenților de trăznet pe rețelele în exploatare.

În cadrul articolului, în prima parte, se va face o prezentare a problemei parametrilor curenților de trăznet, cu o succintă analizare a fiecărui parametru și a valorilor propuse de diferiți cercetători, pentru ca în ultima parte să se tragă o serie de concluzii pe baza comparării rezultatelor și să se facă unele propuneri.

Lucrarea de față reprezintă una dintre problemele ce se studiază în cadrul colectivului de Tehnica Tensiunilor Înalte din Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

1. Parametrii curentului de trăznet

1.1. Impedanța caracteristică a canalului curentului de trăznet. Din analizarea fenomenologiei producerii unui trăznet, se trage concluzia că descărcarea principală poate fi considerată drept un curent variabil ce se scurge printr-un conductor a cărui lungime crește constant [1]. Pentru calcule, se poate presupune că descărcarea principală este echivalentă cu un curent constant de-a lungul canalului descărcării.

Această nouă reprezentare permite determinarea intensității cîmpului magnetic, sau a impedanței caracteristice a canalului curentului de trăznet. În acest scop, se pleacă de la ipoteza că canalul trăznetului este reprezentat de un cilindru de rază r și că curentul din canal este produs de curenții de deplasare între pămînt și nor cu o densitate uniform distribuită pe un cerc de rază R, ce reprezintă raza norului echivalent, înlocuit printr-o placă circulară situată la înălțimea H [2]. Pe baza acestei scheme se poate calcula inductanța pe unitate de lungime a canalului de trăznet, presupunîndu-se că fluxurile cîmpului magnetic sînt determinate de curenții de trăznet din canalul de rază r și de curenții de deplasare între pămînt și nor, care închid curentul de trăznet, fiind de sens opus cu acesta.

Dacă nu se ține seama de fluxul cîmpului magnetic interior, a cărui influență este redusă, se obține valoarea inductanței pe unitate de lungime a canalului de trăznet

$$L_0 \simeq 2\left(\ln \frac{R}{r} - \frac{3}{4}\right). \qquad (2.1)$$

Pe baza faptului că unda se deplasează de-a lungul canalului cu viteza:

$$v_0 = \frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}}$$

se poate scrie valoarea impedanței caracteristice a canalului de trăznet:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}} = v_0 L_0 = v_0 \cdot 2\left(\ln \frac{R}{r} - \frac{3}{4}\right). \qquad (2.2)$$

Deoarece $\frac{R}{r}$ este sub logaritm, acest raport influențează relativ puțin valoarea lui Z_0. Calculele efectuate arată că Z_0 este cuprins între 200 și 400 Ω [3].

1.2. Amplitudinea curentului de trăznet. Determinarea amplitudinii curentului de trăznet se face pe baza măsurătorilor efectuate cu ajutorul bețișoarelor feromagnetice, descărcătoarelor sau al oscilografelor catodice. Deoarece amplitudinea curentului de trăznet depinde de valoarea rezistenței de punere la pămînt a paratrăznetului, curenții de trăznete măsurați în diferite condiții se raportează la o rezistență de punere la pămînt nulă. În acest scop, trăznetul este considerat drept o undă de supratensiune ce se propagă de-a lungul unei linii unifilare și avînd impedanța caracteristică $Z_0 = 300$ ohmi.

Pe baza schemei echivalente a lui Petersen se poate scrie [3]:

$$I_m = \frac{2U_0}{R_p + Z_0} \qquad (2.3)$$

unde R_p este rezistența de punere la pămînt, iar I_m — amplitudinea curentului de trăznet determinată prin măsurători.

Pentru $R_p = 0$, se obține valoarea amplitudinii de calcul al curentului de trăznet:

$$I_0 = \frac{2U_0}{Z_0}$$

de unde:

$$I_0 = \frac{R_p + Z_0}{Z_0} I_m. \qquad (2.4)$$

Amplitudinea de calcul al tensiunii ce rezultă în cazul loviturii directe a trăznetului este dată de relația:

$$U_0 = \frac{I_0 Z_0}{2}. \qquad (2.5)$$

Paralel cu determinarea amplitudinii de calcul al curentului de trăznet (denumită în cele ce urmează, pe scurt, amplitudinea curentului de trăznet), interesează de asemenea probabilitatea apariției curenților de trăznet de o anumită intensitate. Metoda uzuală de a determina intensitatea curentului de trăznet constă în utilizarea beţişoarele feromagnetice, aplicată pentru prima dată de H. Grünewald [4], [5].

Neconcordanța unora dintre rezultatele obținute se datorește atît condițiilor locale, cît și metodelor de măsurare diferite, folosite de cercetători. Astfel după Descans [6] numărul mare de măsurători face ca eroarea de 10% dată de beţişoarele feromagnetice să fie practic nulă. Apar însă alte erori și anume:

Prima se datorește curenților care trec prin diagonalele stîlpului și care nu se înregistrează de către beţişoarele feromagnetice. Schafer, Kimtz, Bell și Rokkaku [6] au încercat să evalueze aceste erori și au ajuns la cifre de 20—80%. Neglijîndu-se curenții din diagonale, curentul măsurat este mai mic ca cel real.

A doua eroare apare deoarece valoarea totală a curentului se obține din însumarea amplitudinilor curenților ce se scurg pe diferite ramuri, fără a se ține seama de decalarea lor în timp. După W. Lewis [7], E. Bell și R. Golde [1], [6], această eroare poate fi de 50%.

O a treia eroare sistematică apare cînd mai multe lovituri succesive lovesc fie același stîlp, fie doi stîlpi vecini. După H. Grünewald [5] eroarea poate fi de 60%.

În sfîrșit, deoarece valorile rezistenței prizelor picioarelor stîlpului nu sînt întotdeauna egale, curenții ce se scurg prin cei patru montanți diferă, ceea ce introduce erori.

După R. Golde [1], [8], valoarea maximă a curentului de trăznet înregistrată nu este de 220 kA, acceptată de cei mai mulți cercetători [5], [7], [9], [10], ci numai de 160 kA; diferența apare în primul rînd din cauza decalajului în timp al componentelor ce se însumează pentru a da curentul total.

Compararea rezultatelor obținute în ceea ce privește probabilitatea apariției curenților de trăznet de o anumită amplitudine este îngreunată și de faptul că valoarea minimă a curentului luat în considerare de diferiți cercetători diferă, așa cum au remarcat de altfel R. Golde [1] și N. Hylten Cavallius [11], [12]. În tabela 1 se dau ipotezele considerate de diferiți cercetători în legătură cu intensitățile curenților de trăznet măsurate la liniile de energie electrică.

În ceea ce privește valorile obținute, unii cercetători au măsurat curenții din stîlpii prin care se scurg curenții de trăznet (W. Lewis, I. Stecolnicov și Lamdon), alții au luat în considerare și curenții din conductoare de protecție (H. Grünewald) sau numai din aceste conductoare (Gross și Lippert); în sfîrșit, unii cercetători s-au referit la curenții ce trec prin descărcătoare (Gross și Lippert, Golde, Lewis) sau au considerat numai curenții ce trec prin paratrăznete verticale (Hylten-Cavallius). Această ultimă metodă duce la rezultatele cele mai corecte, dar prezintă dezavantajul că nu se poate aplica pe o scară mai largă.

Tabela 1

Înregistrarea curenților de trăznet

Autori	Numărul de lovituri de trăznet considerate	Limita inferioară înregistrată A	Valorile considerate
Lewis și Foust	2 721	1 000	Valoarea maximă a curentului
Mansson și Waldorf	1 987	500	Idem
Grünewald	1 689	5 000	Toți curenții mai mari de 5 000 A
Gross și Lippert	246	1 000	—
Hylten-Cavallius		500	Toți curenții mai mari de 500 A
Stecolnicov și Lamdon	526	5 000	Valoarea maximă a curentului

După C. Bruce și R. Golde [8] valoarea medie a curentului de trăznet este de cca. 20 kA. H. Grünewald [5] ajunge la concluzia că în intervalul 0—40 kA se cuprind 77,5% kA — 10%. Valoarea maximă a curentului de trăznet negativ citată de W. Lewis [7] este de 218 000 A, iar a curentului pozitiv de 212 000 A; aceste valori sînt contestate, după cum s-a menționat, de C. Bruce și R. Golde, care limitează intensitatea maximă a curentului de trăznet la 160 kA.

Date relativ noi sînt bazate pe cercetările efectuate în R. Cehoslovacă [19], în Japonia

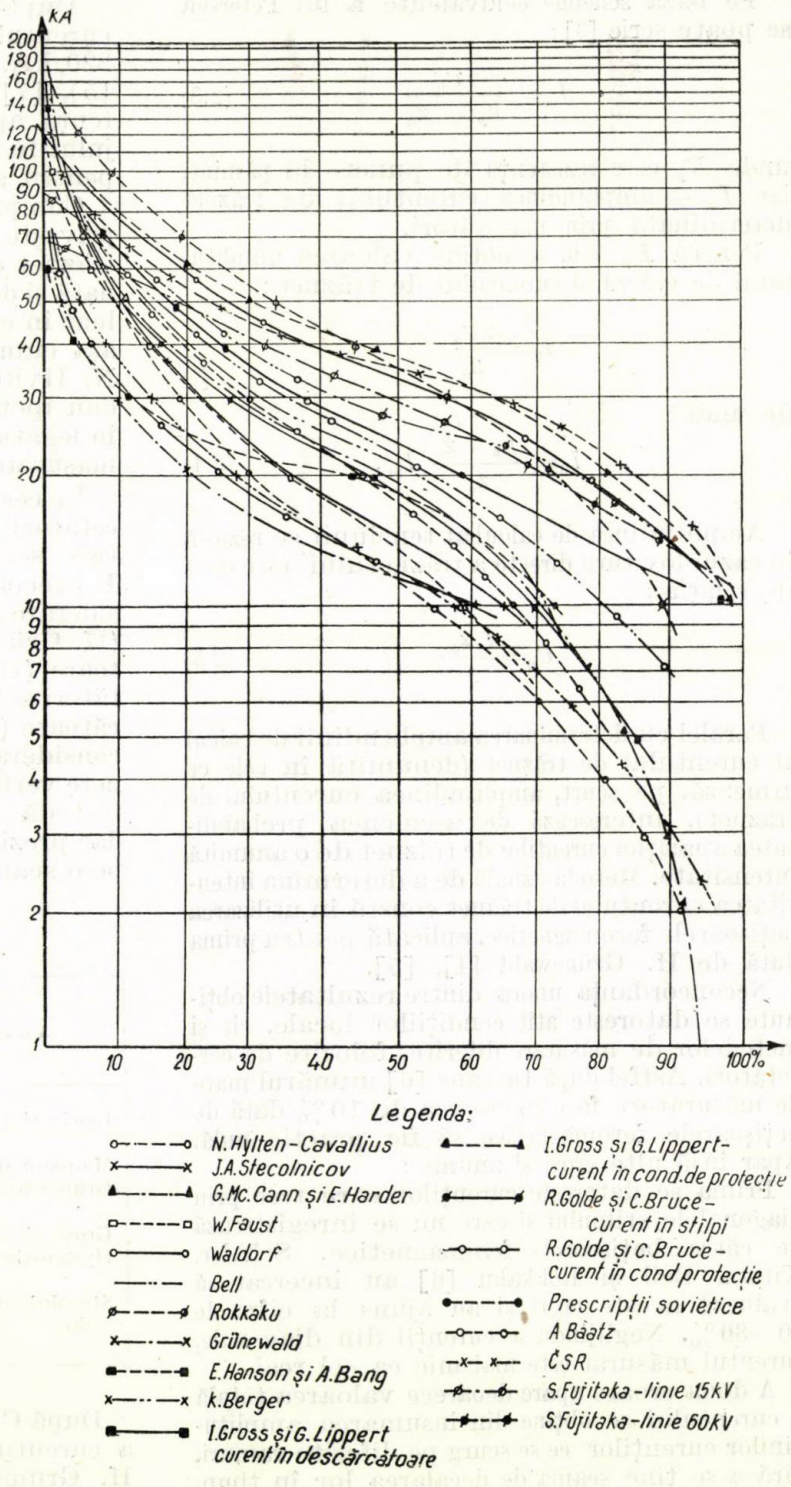


Fig. 1. Variația amplitudinii curenților de trăznet. În abscisă se dă probabilitatea de apariție a curentului de trăznet avînd amplitudinea egală sau mai mare decît cea indicată pe ordonate.

[20] și de către H. Baatz [21]; rezultatele obținute sînt menționate în fig. 1.

În fig. 1 sînt trasate curbele de probabilitate, de apariție a curenților de trăznet de o anumită intensitate, propuse de I. S. Stecolnicov [2], [9], [13], K. N. Hylten-Cavallius [11], [12], Mc. Cann și E. Harder [14], W. Foust [15], E. Hanson [16], K. Berger [10], W. Lewis [7], [18] etc.

1.3. Panta curentului de trăznet. Numărul de măsurători în acest domeniu fiind relativ restrîns, datele existente sînt puține și nu permit stabilirea unor concluzii precise.

După datele sovietice [3], 10% din curenții de trăznet au o pantă mai mare de 20 kA/μs, iar valoarea maximă a pantei nu depășește 45 kA/μs.

Curba care determină variația probabilității de apariție a curenților de trăznet avînd o anumită pantă este dată de relația [2]:

$$\lg(\psi_p\,\%) = 2 - \frac{p}{20}$$

unde p este panta curentului de trăznet în kA/μs iar ψ_p — probabilitatea de apariție a curenților de trăznet cu panta egală sau mai mare decît p.

După G. Mc. Cann și E. L. Harder [14] panta mijlocie este de cca. 9 000 A/μs, ea putînd să atingă valoarea de 15 000 A/μs. Valoarea maximă de 45 000 A/μs a avut loc în cazul unui curent de trăznet de numai 25 000 A.

Unii autori preferă să indice panta în kV/μs. După M. Böckman și N. Hylten-Cavallius [11] pante mai mari de 3 000 la 10 000 kV/μs sînt foarte rare. W. Lewis [7] pe baza a 1 025 înregistrări, efectuate pe o perioadă de 6 ani în instalațiile montate pe rețelele Soc. Appalachian Electric Power Company, ajunge la concluzia că 50% din supratensiunile atmosferice aveau panta sub 220 kV/μs; valoarea maximă a pantei a fost de 810 kV/μs. Panta undei diferă și după tensiunea rețelei, ea fiind mai redusă în cazul liniilor de tensiune mai mică. R. H. Golde [1] determină panta curenților de trăznet plecînd de la ipoteza că un trăznet normal atinge valoarea sa maximă după cca. 6 μs, ceea ce i-a permis să traseze pantele

probabile ale curenților de trăznet, folosind datele diferiților cercetători.

Deoarece odată cu creșterea amplitudinei se constată în general o creștere a pantei, instrucțiunile sovietice de protecție împotriva supratensiunilor atmosferice prevăd, ca mărime de calcul, o pantă de 50 kA/μs pentru curenți de

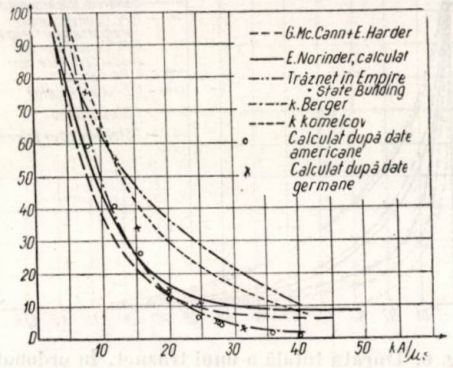


Fig. 2. Panta curentului de trăznet. În ordonată se dă probabilitatea de apariție a curentului de trăznet avînd panta egală sau mai mare decît cea indicată în abscisă.

trăznet mai mari de 100 kA; pentru restul curenților se prevede o lungime constantă a frunții undei de curent, egală cu 2 μs.

În fig. 2 se dă variația probabilității de apariție a curenților de trăznet de o anumită pantă după: G. Mc. Cann și E. Harder, E. Norinder, K. Berger, Komelkov etc.

1.4. Forma undei curentului de trăznet. Pentru precizarea formei undei curentului de trăznet este necesar a se determina lungimea frunții undei și lungimea corespunzătoare semiamplitudinii.

În Uniunea Sovietică [3], pe baza a peste 200 oscilograme ale curentului de trăznet, s-a ajuns la concluzia că în 50% din cazuri, lungimea frunții undei de curent este mai mică de 5 μs, iar în cazul a 10% din trăznete — mai puțin de 2 μs.

După G. Mc. Cann și Z. L. Harder [14] lungimea frunții undei este cuprinsă între 0,5 și 10 μs și în cca. 40% din cele 33 cazuri înregistrate amplitudinea undei se obține în mai puțin de 2 μs; în toate aceste cazuri, lungimea corespunzătoare semiamplitudinei era cuprinsă între 8 μs și 90 μs.

Deoarece lungimea undei nu prezintă importanță, instrucțiunile sovietice privind protecția împotriva supratensiunilor atmosferice recomandă valoarea de calcul de 45 μs, iar conform instrucțiunilor noastre de 50 μs.

În fig. 3 se dă probabilitatea de apariție a curenților de trăznet avînd o anumită lungime a frunții undei. Se constată că curbele indicate de Mc. Cann-E. Harder [14] și N. Hylten-Cavallius [12] sînt mult apropiate, spre deosebire de datele obținute de K. Berger, precum și cele obținute pe baza măsurătorilor efectuate pe clădirea Empire State Building. Explicația constă probabil în faptul că în aceste ultime două cazuri măsurătorile au fost efectuate la o înălțime relativ mare față de pămînt.

În fig. 4 se dau curbele de variație ale probabilității de apariție a undelor de trăznet cu o

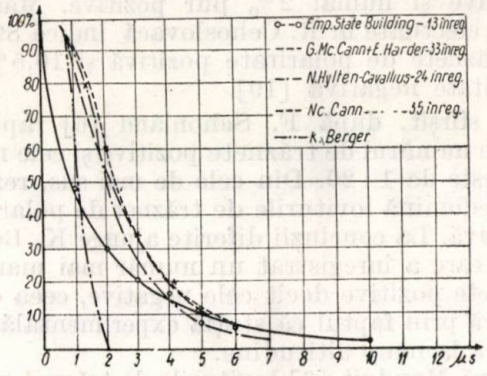


Fig. 3. Valoarea efectivă a frunții undei în μ s. În ordonată se dă probabilitatea de apariție a curenților de trăznet avînd lungimea frunții undei egală sau mai mare decît cea indicată în abscisă.

anumită lungime (corespunzătoare semiamplitudinii). Se constată că în cazul curbelor indicate de N. Hylten-Cavallius [12], G. Mc. Cann-E. Harder [14] și K. Berger [17] zona de dispersiune este îngustă, valorile obținute fiind mult apropiate. Valorile obținute în cazul măsurătorilor efectuate pe Empire State Building și în deosebi cele indicate de prescripțiile sovietice [2] diferă relativ mult datorită condițiilor locale.

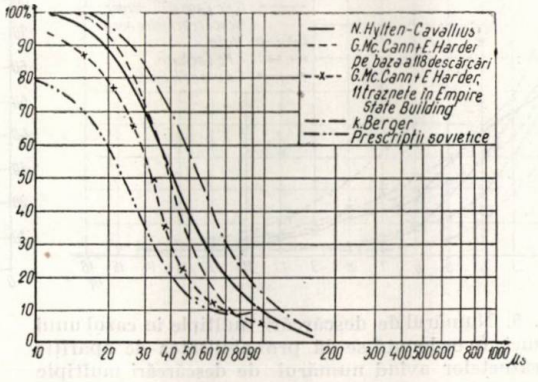


Fig. 4. Lungimea undei curentului de trăznet (corespunzătoare semiamplitudinii). În ordonată se dă probabilitatea apariției undelor de curent cu lungimea egală sau mai mare decît valoarea corespunzătoare din abscisă.

1.5. Polaritatea curentului de trăznet. Cunoașterea polarității curentului de trăznet prezintă importanță deoarece valoarea coeficienților de cuplaj între conductoarele unei linii sau deformarea undei datorită efectului corona de impulsie, diferă, după cum unda este pozitivă sau negativă.

După datele sovietice [3], 90% din loviturile de trăznet în regiunile de șes și 45% în regiunile

de munte sînt de polaritate negativă. Din cele 2 721 de lovituri de trăznet studiate de W. Lewis [7], 82,1% au fost negative şi numai 17,9% pozitive. După H. Grünewald [4], [5] din cele 193 lovituri înregistrate, 86% au fost negative, pe cînd după G. Mc. Cann şi E. Harder, din 100 de lovituri de trăznet, 80% sînt pur negative şi numai 2% pur pozitive. Măsurătorile efectuate în R. Cehoslovacă indică 89,5% de trăznete de polaritate pozitivă şi 10,5% de polaritate negativă [19].

În sfîrşit, după F. Schonland [6] raportul dintre numărul de trăznete pozitive şi cele negative este de 1 : 20. Din cele de mai sus, rezultă că predomină loviturile de trăznet de polaritate negativă. La concluzii diferite ajunge K. Berger [10], care a înregistrat un număr mai mare de trăznete pozitive decît cele negative, ceea ce se explică prin faptul că staţia experimentală este situată la mare altitudine.

După Mauduit [6] loviturile de trăznet negative sînt dominante deoarece condiţiile de descărcare sînt mai favorabile ; în cazul cînd norul este încărcat pozitiv, punctul unde descărcarea atinge pămîntul este nedeterminat, ceea ce îngreunează producerea unui trăznet. La această explicaţie trebuie adăugat şi faptul că partea inferioară a norului este încărcată de cele mai multe ori cu sarcină de polaritate negativă.

1.6. Descărcările multiple şi durata unui trăznet. Numărul descărcărilor multiple şi intervalul între aceste descărcări interesează pentru a se putea analiza modul de funcţionare, în exploatare, a descărcătoarelor.

După datele sovietice [3] numărul maxim de descărcări multiple ale unui trăznet, înregistrat

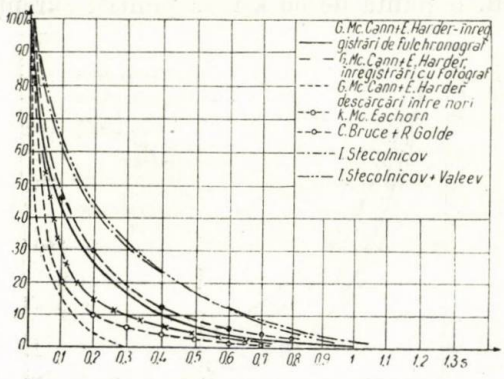


Fig. 6. Durata totală a unui trăznet. În ordonată, probabilitatea de apariţie a trăznetului avînd durata egală sau mai mare decît valoarea din abscisă.

vreodată, a fost de 33 ; valoarea medie a descărcărilor multiple este de 3—4. Cercetările efectuate de diferiţi cercetători au dus la rezultate relativ dispersate aşa, cum se vede în tabela 2.

Pe baza datelor din literatura de specialitate, în fig. 5 sînt trasate o serie de curbe care dau probabilitatea de apariţie a trăznetelor avînd un anumit număr de descărcări multiple. Se

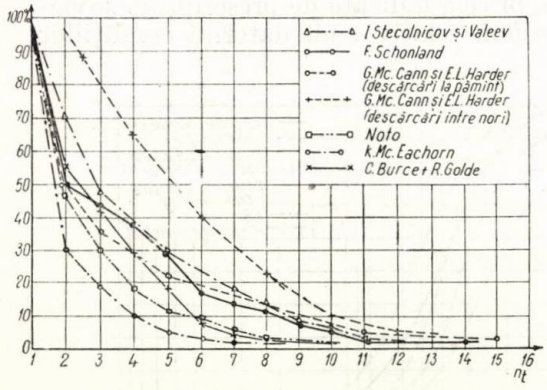


Fig. 5. Numărul de descărcări multiple în cazul unui trăznet. În ordonată se dă probabilitatea de apariţie a trăznetelor avînd numărul de descărcări multiple egal sau mai mare ca cel dat în absciză.

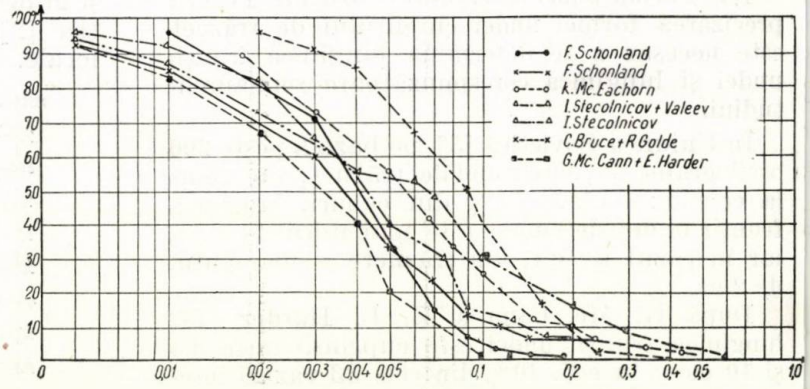


Fig. 7. Succesiunea diferitelor intervale de timp între mai multe trăznete parţiale ale unui trăznet complet. În absciză — timpul între două trăznete. În ordonată — probabilitatea de apariţie a intervalelor de timp între două trăznete parţiale avînd valoarea egală sau mai mare decît cea indicată în absciză.

Descărcările multiple şi durata unui trăznet *Tabela 2*

Autorul	Nr. de trăznete	Nr. de descărcări într-o lovit.		Durata totală a unei descărcări		Nr. de descărcări	Intervalul de timp între două descărcări	
		Mediu	Maxim	Medie	Maxim		Mediu	Maxim
F. Schonland	—	—	—	—	—	230	0,045	0,17
F. Schonland	65	3,4	2,7	—	—	109	0,063	0,53
I. Stecolnicov şi Valeev	25	3,0	12	0,27	1,2	76	0,107	0,6
I. Stecolnicov şi Mc. Eachorn	184	7,7	12	0,09	—	125	0,083	0,43
Noto	235	2,3	20	—	—	—	—	—
E.R.A. (Anglia)	108	2,6	11	0,18	1,1	179	0,095	0,4

constată că rezultatele obţinute de diferiţi cercetători sînt destul de apropiate, spre deosebire de cazul descărcărilor între nori, în care caz condiţiile de descărcare sînt diferite. Fig. 6 se referă la durata totală a unui trăznet, fiind trasate, după diferiţi autori,

curbele ce indică variația probabilității de apariție a trăznetelor de o anumită durată. În fig. 7 se indică, după diferiți cercetători, între ce valori este cuprins intervalul de timp între două descărcări succesive.

În fig. 8 este trasată curba referitoare la sarcina trăznetului, în Cb, după G. Mc. Cann și

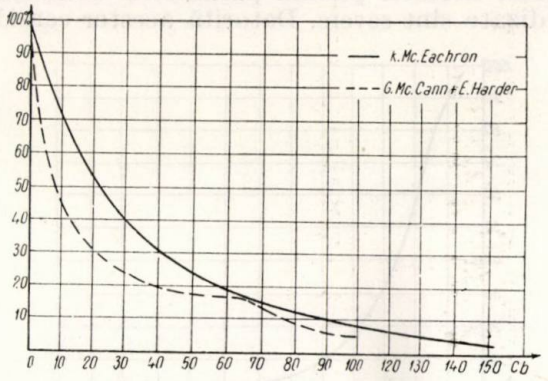


Fig. 8. Sarcina totală a unei lovituri de trăznet. În ordonată se dă probabilitatea apariției unei lovituri de trăznet avînd sarcina cel puțin egală cu cea din abscisă.

E. Harder [14]; se poate constata că în majoritatea cazurilor sarcina trăznetului are valoarea pînă la 20 Cb. Această mărime interesează puțin în calcule.

1.7. Frecvența loviturilor de trăznet. Frecvența loviturilor de trăznet depinde de indicele keraunic al regiunii și de condițiile locale (configurația rețelei, structura și rezistivitatea solului etc.). Interesează să se determine o corelație între numărul de lovituri de trăznete pe o linie aeriană și indicele keraunic respectiv; cercetările efectuate în acest domeniu [19] indică o dependență a acestor două mărimi, așa cum se vede din fig. 9 fără însă ca aceste constatări să poată avea momentan o utilizare în calcule.

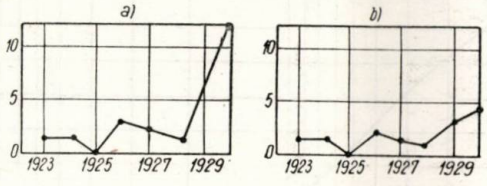


Fig. 9. Comparație între numărul de furtuni și deranjamente în cazul unei linii de 110 kV: *a* — deranjamente; *b* — număr de furtuni (după D. Müller-Hillebrand)

În ceea ce privește localizarea loviturilor de trăznet există cercetări relativ numeroase, fără ca ele să ducă la rezultate suficient de concludente. Conform unor ipoteze, localizarea căderilor de trăznet este determinată de conductibilitatea locală a aerului în sensul că locul de ionizare maximă reprezintă puncte de predilecție a trăznetului; în locul de ionizare maximă ionii negativi sînt mai numeroși ca cei pozitivi [24], [27].

După I. Stecolnikov [28] nu se poate probabil vorbi de o influență apreciabilă a intensității ridicate a radiației pămîntului asupra localizării selective a loviturilor de trăznet din acea regiune. Contrar teoriei lui C. Dauzeire se poate vorbi chiar de o refulare a trăznetului de către un nucleu de ionizare. Cercetările efectuate [28], [29], [30] duc la concluzia că probabilitatea de cădere a trăznetului va fi cu atît mai mare, cu cît rezistența locală a solului este mai mică.

2. Analizarea rezultatelor. Concluzii.

Studiul parametrilor curenților de trăznet și analizarea rezultatelor obținute de diferiți cercetători duc la concluzia că aceste rezultate au, de cele mai multe ori, valori relativ apropiate în ipoteza că condițiile de efectuare a măsurărilor sînt comparabile, cu toate că au fost înregistrate în regiuni diferite. Explicația constă, după cum s-a menționat, în faptul că asupra parametrilor curentului de trăznet influențează în primul rînd fenomenele din nor și în deosebi din canalul trăznetului.

Se constată că măsurătorile sînt efectuate de către diferiți cercetători de cele mai multe ori în condiții diferite; de asemenea nu se consideră o aceeași valoare minimă a curenților de trăznet ce se înregistrează, ceea ce influențează într-o largă măsură curba ce determină probabilitatea de apariție a curenților de trăznet de o anumită intensitate. Stabilirea aceleiași metodologii de măsurare a curenților de trăznet și considerarea aceleiași limite inferioare vor permite utilizarea calculului statistic în analizarea rezultatelor obținute de diferiți cercetători. Deoarece măsurarea curenților de trăznet cu ajutorul bețișoarelor feromagnetice montate pe paratrăznete izolate, cu toate că duce la erorile cele mai mici, nu poate fi generalizată, soluția ce rămîne a fi utilizată constă în înregistrarea trăznetelor ce cad pe linii aeriene. În acest caz se pune problema de a utiliza bețișoare cu caracteristici apropiate, montarea lor pe conductoare sau pe montanții stîlpilor să se facă în aceleași condiții, iar măsurarea și interpretarea rezultatelor să fie efectuate după aceleași criterii.

Ar fi util să se efectueze cercetări mai detailate privind localizarea loviturilor de trăznet, ținînd seama de condițiile locale ale solului. Aceste date ar permite precizarea unor mijloace de protecție. Cercetările efectuate [28], [29] au dus la o serie de concluzii interesante, însă coordonarea datelor statistice ar permite stabilirea unor corelații care ar prezenta interes în practică.

De asemenea ar fi indicat să se stabilească o corelație cantitativă între numărul de trăznete ce cad pe o linie aeriană și manifestările oragioase ale regiunii respective. Sub acest aspect, ar fi mai rațional ca în loc de indicele keraunic, care nu-i o mărime suficient de reprezentativă, să se introducă durata manifestărilor oragioase

dintr-un an din regiunea respectivă, care se poate stabili cu mai multă exactitate.

Dacă se analizează rezultatele măsurătorilor privind partea și forma undei curentului de

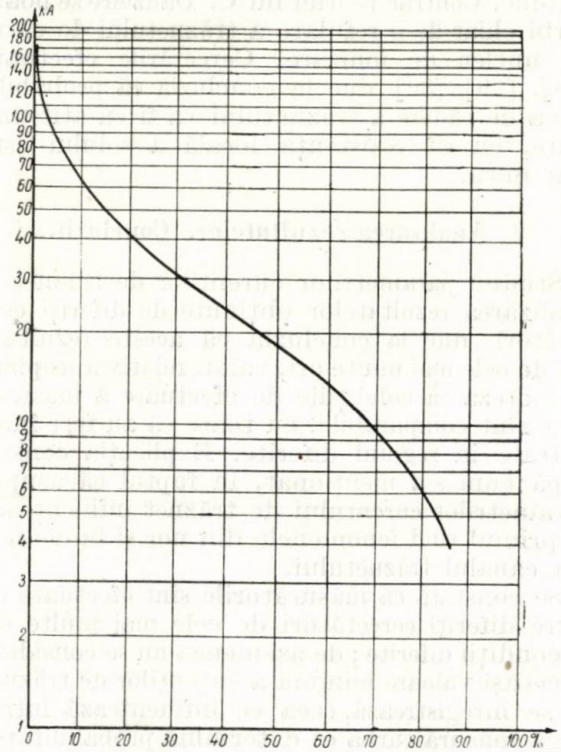


Fig. 10. Variația amplitudinii curenților de trăznet. În abscisă se dă probabilitatea de apariție a curentului de trăznet avînd amplitudinea egală sau mai mare decît cea indicată pe ordonată.

trăznet, se pot trage unele concluzii interesante în ceea ce privește parametrii undei de impulsie normalizate, utilizate în încercările de laborator. Se știe că unda normalizată are conform normelor C.E.I. [32] parametrii 1/50 μs. Comitetul Tehnic Nr. 42 [33] a propus adoptarea undei de 1,2/50 μs. Conform prescripțiilor sovietice și cele din S.U.A., unda de impulsie normalizată are parametrii 1,5/40 μs. La noi în țară s-au adoptat recomandările CEI, cu unda de 1/50 μs, cu atît mai mult cu cît undele obținute cu ajutorul instalațiilor de impulsie existente au aceste caracteristici. Înregistrările curenților de trăznet arată că probabilitatea apariției unor unde cu panta mai mică de 2 μs este deosebit de redusă. Rezultă că sub acest aspect, normele privind parametrii undei standardizate sînt severe. Datorită acestor considerațiuni și deoarece producerea undelor cu panta de 1 μs la încercarea unor utilaje (cum ar fi de ex. transformatoarele) este dificilă, este mai rațional să se adopte unda normalizată de 1,2/5 μs.

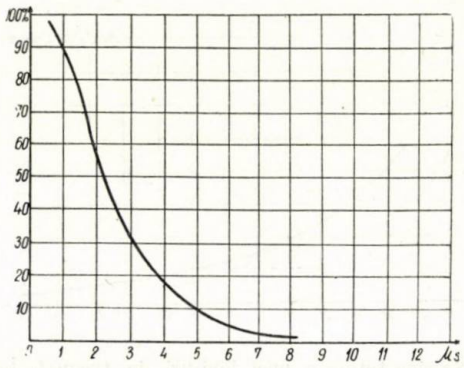


Fig. 12. Valoarea efectivă a frunții undei în μ s. În ordonată se dă posbilitatea de apariție a curentului de trăznet, avînd lungimea frunții egală sau mai mare decît cea indicată pe abscisă.

Neexistînd măsurători efectuate în țara noastră, pentru a se putea analiza diferitele scheme de protecție, se pune problema adoptării unor valori de calcul privind parametrii curentului de trăznet. În acest scop interesează parametrii : impedanța caracteristică a canalului curentului de trăznet, amplitudinea, panta, polaritatea și succesiunea diferitelor intervale de timp între mai multe descărcări succesive ale unui trăznet.

După cum s-a menționat valoarea impedanței caracteristice a canalului de trăznet este cu-

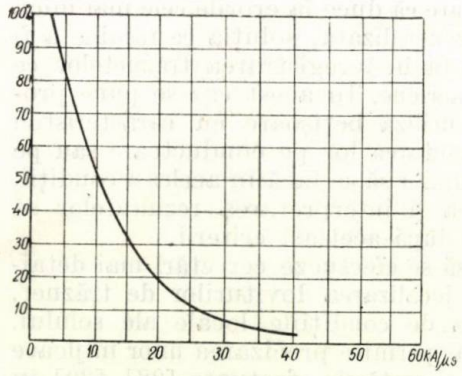


Fig. 11. Panta curentului de trăznet. În ordonată se dă probabilitatea de apariție a curentului de trăznet avînd panta egală sau mai mare decît cea indicată în abscisă.

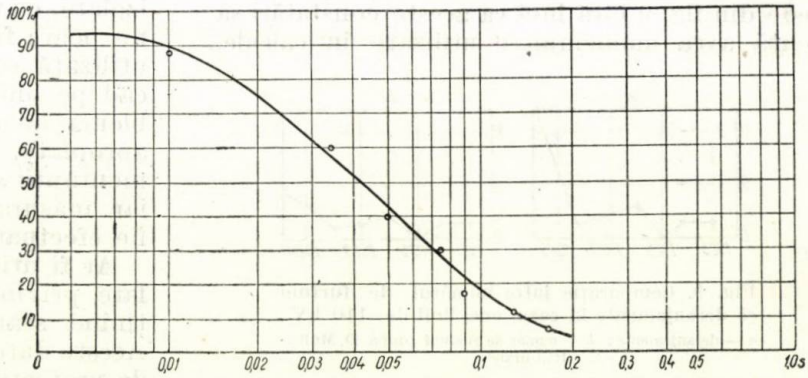


Fig. 13. Succesiunea diferitelor intervale de timp între mai multe trăznete parțiale ale unui trăznet complet. În abscisă — timpul între două trăznete parțiale. În ordonată — probabilitatea de apariție a intervalelor de timp între două trăznete parțiale avînd valoarea egală sau mai mare decît cea indicată în abscisă.

prinsă între 200 și 400 ohmi. Cum valoarea acestei impedanțe nu influențează în mod sensibil calculele privind nivelul de protecție, se recomandă [3] a se considera valoarea medie de 300 ohmi.

Deoarece în majoritatea cazurilor trăznetele sînt de polaritate negativă, iar pe de altă parte în acest caz deformarea prin efectul corona de impulsie este mai redusă, se impune ca la studiul protecției instalațiilor electrice împotriva supratensiunilor atmosferice să se considere lovituri de trăznet de polaritate negative.

Pentru stabilirea probabilității apariției curenților de trăznet de o anumită intensitate a pantei și a succesiunii diferitelor intervale de timp între mai multe descărcări succesive, s-au analizat [34] rezultatele obținute de diferiți cercetători. Luîndu-se în considerare datele bazate pe un număr mare de măsurători și care să fie efectuate în condiții normale, s-au trasat curbele de calcul, propuse a fi utilizate în țara noastră (fig. 10—13). Aceste curbe pot fi utilizate pentru determinarea nivelului de protecție pînă la stabilirea unor curbe pe baza măsurătorilor efectuate în aceleași condiții.

Bibliografie

[1] Golde R. H.: *Les courants de foudre dans les lignes de transport.* CIGRE (1948) R. 311, 19 pag., fig. 9.

[2] Stecolnicov I.: *Les idées modernes sur le phenomène de la décharge de la foudre.* CIGRE (1935) R. 318.

[3] Costenco M. V.: *Atmosfernie perenapriajenia i grozozascita visocovoltnih ustanovoc.* GEI (1949) Moscova.

[4] Grünewald H.: *Die Messung von Blitzstromstärken an Blitzstromstärken an Blitzableitem und Freileitungmasten.* E.T.Z. vol. 55 (1934), pag. 505 și pag. 536.

[5] Grünewald H.: *Determinations des andmits frappés et de la distribution de courant lors des coups de foudre sur les pylones métalliques et les conducteurs de terre.* CIGRE (1935) R. 326.

[6] — Groupe 35 — *sur tensions et foudre* CIGRE — 946.

[7] Lewis W. W.: *Etude des effets de la foudre sur les lignes de transmission,* CIGRE (1946) R. 313, 14 pag., 4 fig.

[8] C.E.R. Bruce et R. H. Golde: *Coups de foudre et frequence des amorsages sur les lignes aériennes.* CIGRE (1946) R. 336, 22 pag., 9 fig.

[9] Stecolnicov I. S.: *Grozozascita promtslenih soonyjenii i zdenii.* Iz. Acad. Nauk (1951) Moscova.

[10] Berger K.: *Recherches suisses sur la foudre. Mesures effectuées au mont San Salvatore, près de Lugano.* CIGRE (1946) R. 318, 18 pag., 15 fig.

[11] Böckmann et Hylten-Cavalius: *Sur tensions d'origine atmospherique sur les lignes* H. T. Dispositif d'enregistrement et résultats de deux années CIGRE (1950) R. 321.

[12] Hylten N. Cavalius and Strümberg A.: *The Amplitude, Time to halfvalul and Steepness of Lightning Currents* ASEA Journal vol. 29 (1956), nr. 1, pag. 129—134.

[13] Stecolnicov I. et Valees C.: *Recherches sur la foudre dans un laboratoire de campagne exécutées en U.R.S.S. en 1936.* CIGRE (1937) R. 330.

[14] Cann G. Mc. et Harder E. L.: *Coups de foudre directs et ondes de foudre sur les lignes de transmission.* CIGRE (1948) R. 322.

[15] Lewis W. W. and Foust L.: *Lightning investigation on transmissions lines.* El. Eng. vol. 53 (1934), pag. 1180.

[16] Hanson E. et Bang A.: CIGRE (1935) R. 338.

[17] Berger K.: *Zum Stand der Gewitterfoschung.* Bul. S.E.V. vol. XXXIV (1943), nr. 10, 7 pag., 16 fig.

[18] Lewis W. W.: *The protection of transmission systems against Lightningy* New-York (1950).

[19] Gert R., Homa V., Kalousek V., Popolanky F., Vyskocie V.: *Contribution à l'étude des surtensions. Résultats obtenus dans les réseaux Tchécoslovaques.* CIGRE (1958) R. 336, 46 pag., 22 fig.

[20] Fujitaka S. ș. a.: *Étude de la protection contre la foudre des réseaux de transport d'énergie électrique au Japon.* CIGRE (1958) R. 392, 23 pag.

[21] Baatz H.: *Überspannungen in Energie versorgungsnetzen.* Springer-Verlag Berlin (1956), 295 pag., 213 fig.

[22] Minist. Centralelor Electrice din U.R.S.S.: *Instrucțiuni pentru protecția instalațiilor electrice de 3-220 kV contra presiunilor atmosferice* (traducere în l. română) Ed. M.C.E. (1955) Moscova.

[23] Müller Hilebrand: *Beitrag fur frage der existentz besonder blitzgefährdeter stullen.* I.R.E. (1957) an. V, nr. 3, pag. 535—543.

[24] Dauzère C.: *La localisation des coups de foudre dans certains regions.* CIGRE (1933) R. 74.

[25] Dauzère C.: *Etude sur la foudre.* CIGRE (1933) R. 74 și CIGRE (1935) R. 312.

[26] Viel G.: *Determination des zones exposées à la foudre an moyen des mesures de la conductibilité électrique de l'air.* CIGRE (1935) R. 307.

[27] Gibrat R.: *Etude statistique sur les relations entre la conductibilité de l'air et le danger provenant de la foudre.* CIGRE (1935) R. 314.

[28] Stecolnicov I. S.: *Sur la question du chemin de décharge de la foudre.* CIGRE (1937) R. 327.

[29] Lehmann G.: Elektrizitätswirtschaft (1930) nr. 503, s 109.

[30] Lehmann G.: *Erfahrung mit Blitzschutzmassnahmen in Kachspannungsnetzen.*Wis. Z. Hochsch. f. Elektrotech. Ilmenan Jg 3 (1957) H. 2.

[31] Heynisch: *Der Einfluss der Geoelektrik auf die Häufung von Gewitterstorungen in einem ausgedehuten Mittelspannungsnetz.* Comunicare prezentată la „Fachtung Netitechnik" din Leipzig, 1959.

[32] CEI: Comité d'etudes No 37: Parafoudres.

[33] CEI: Comité d'etudes No 42: Technique des essais a haute tension.

[34] Gleb Drăgan: *Folosirea cablurilor pentru protecția instalațiilor electrice de înaltă tensiune* (3-10 kV) *împotriva supratensiunilor atmosferice.* Lucrare de disertație — Inst. Politehnic Buc. (1958).

Energetica Republicii Populare Bulgaria

Ing. N. PĂNOIU

Articolul este scris în urma călătoriei de studii a autorului, întreprinsă în anul 1958 în cadrul colaborării tehnico-ştiinţifice şi schimburilor de experienţă cu R. P. Bulgaria în domeniul instalaţiilor de ardere a combustibililor solizi inferiori.

Aşezată în condiţii geografice şi economice similare cu ale ţării noastre, R. P. Bulgaria a început o industrializare intensă a ţării abia după cel de-al doilea război mondial. În acelaşi timp s-au depus eforturi mari pentru a menţine producţia de energie electrică la nivelul nevoilor mereu crescînde ale industriei. Aceste eforturi s-au concretizat prin construcţia a numeroase centrale termo- şi hidroelectrice, extinderea celor existente (foarte puţine la număr) cum şi prin crearea unui sistem energetic naţional, realizîndu-se astfel interconexiunea tuturor centralelor existente, permiţînd o exploatare raţională a tuturor resurselor. [1]

I. Hidroenergetica

Din punct de vedere al resurselor hidroenergetice, Bulgaria are o situaţie mai puţin avantajoasă decît ţara noastră. Deşi precipitaţia medie anuală de 662 mm — repartizată 26% primăvara, 27% vara, 23% toamna şi 24% iarna — este sensibil apropiată de cea a ţării noastre, rîurile au în general debite mai mici, din cauza bazinelor de recepţie mult mai reduse. Cu excepţia Dunării, Mariţa — cel mai mare rîu al Bulgariei nu are decît 437 km lungime, în timp ce rîurile mari ale Romîniei depăşesc cu mult această lungime (Mureşul 769 km, Oltul 706 km, Prutul 707 km, Siretul 556 km).

Volumul anual de apă al rîurilor Bulgariei reprezintă 20.10^9 m^3, din care rîului Mariţa îi revine 3.10^9m^3, rîului Struma, $2{,}2.10^9$m^3, rîului Arda 2.10^9m^3 şi rîului Isker $1{,}6.10^9$m^3.

Studiile recente hidroenergetice efectuate de Energohidroproiect au arătat că producţia anuală de energie hidroelectrică poate atinge 10 TWh la o putere instalată de 3 000 MW.

Cele mai interesante cascade ce pot fi amenajate sînt în bazinul Mariţa: Sestrim, Dospat, Devin, Kricim şi Batac deja amenajată. Energia realizabilă pe rîul Arda este de ordinul 1,3 TWh/an. Pe acest rîu s-au realizat pînă în prezent centralele hidroelectrice Studen-Kladeneţ şi Kirjali. Pe rîul Struma pot fi produse circa 2,5—3 TWh/an. [2]

II. Termoenergetica

Din punct de vedere al resurselor termoenergetice, Bulgaria nu dispune de combustibili lichizi şi gaze naturale şi de aceea s-a depus un susţinut efort pentru creşterea producţiei de cărbune.

Astfel, în 1938 producţia de cărbune a R.P. Bulgaria era de $2{,}088.10^6$ t/an, ca în 1955 să ajungă la $8{,}6.10^6$ t/an.

Combustibilul de bază în R.P. Bulgaria este cărbunele brun mat, lignitul şi cărbunele brun pămîntos cu umiditate ridicată. Astfel, în industrie, transport, încălzire casnică şi producere de energie electrică se folosesc diversele sorturi de combustibil solid [3].

Combustibilul solid exploatat în R. P. Bulgaria în anul 1957 a fost de circa 12.10^6t, dintre care circa 8.10^6 t cărbune brun mat, circa $3{,}5.10^6$ t lignit şi cărbune brun pămîntos cu umiditate ridicată şi circa $0{,}5.10^6$ t antracit şi cărbune cocsificabil.

Cărbunele brun mat se exploatează circa 40% prin exploatări de suprafaţă şi circa 60% prin exploatări subterane. Lignitul şi cărbunele brun pămîntos, cu umiditate ridicată, se exploatează circa 50% prin exploatări de suprafaţă şi circa 50% prin exploatări subterane. Antracitul şi cărbunele cocsificabil se exploatează numai prin exploatări subterane.

Zăcămintele importante de combustibil se găsesc în partea de sud şi de sud-vest a R. P. Bulgaria. Bazinul principal de cărbune brun mat este bazinul Dimitrovo. Lignitul şi cărbunele brun pămîntos se găsesc în bazinul Sofia, bazinul Kiustendil şi bazinul Mariţa, care este cel mai important şi care va fi extins cu încă 12 mil. tone anual. În acest scop, se construieşte un mare combinat minier cu o staţie de brichetare a lignitului fără liant, un complex chimic şi o centrală termoelectrică, cu o putere de 300 MW. Exploatarea va fi exclusiv la suprafaţă. Exploatarea la suprafaţă se face pînă la adîncimea de 100 m pentru straturi de combustibil de 1,5—2 m, iar exploatarea subterană pînă la 150—200 m pentru aceleaşi grosimi de straturi [4].

Caracteristicile combustibililor solizi

— *Antracitul* se găseşte în cantităţi reduse faţă de restul combustibililor şi prezintă caracteristicile date în tabela 1.

— *Cărbunele brun mat* — provine din bazinul Dimitrovo. Umiditatea variază între 13 şi 20%, cenuşa raportată la masa uscată variază între 30 şi 45%, iar puterea calorifică inferioară variază între 2 700 şi 4 000 kcal/kg (tabela 2).

— *Lignitul* se găseşte în special în bazinul Sofia şi în bazinul Mariţa; pentru exemplifi-

care se dau caracteristicile cărbunilor de la mina Ciucurovo II și minele noi din bazinul Mariţa (tabela 3).

— *Cărbunele brun pământos* cu umiditate ridicată, formează baza combustibilului cu putere calorifică scăzută. Zăcăminte importante se găsesc în special în bazinele Sofia și Mariţa (tabela 4)*.

Caracteristicile principale ale antracitului *Tabela 1*

Sortul cărbunelui	Umiditatea %		Cenușa %		Sulf total %	Materii volatile %	$PC_{inf.}$ kcal/kg
	W_{med}	W_{max}	A_{med}	A_{max}	S_{med}	MV_{med}	$PC_{inf\ med}$
Special pentru industrie	8,0	11,0	11	15	0,7	3,5	6 420
Energetic cat. I	6,5	9,0	25	30	0,7	4,8	5 480
Energetic cat. II	6,5	9,0	33	38	0,7	6,2	4 850

Caracteristicile cărbunelui brun mat de la mina 1 Mai *Tabela 2*

Sortul cărbunelui	Umiditatea %		Cenușa %		Sulf total %	Materii volatile %	PC_{inf} kcal/kg
	W_{med}	W_{max}	A_{med}	A_{max}	S_{med}	MV_{med}	$PC_{inf\ med}$
Sortat peste 16 mm	14,0	18,0	36	40	2,7	49,5	3 655
Sortat 0—16 mm	15,0	19,0	38	42	2,7	49,5	3 480
Brut (nesortat)	14,5	19,5	37	41	2,7	49,5	3 570

Caracteristicile lignitilor — Mina Ciucurovo *Tabela 3*

Sortul cărbunelui	Umiditatea %		Cenușa %		Sulf total %	Materii volatile %	$PC_{inf.}$ kcal/kg
	W_{med}	W_{max}	A_{med}	A_{max}	S_{med}	MV_{med}	$PC_{inf\ med}$
Blocuri peste 80 mm	26	32	35	39	0,7	64,0	2 595
Sortul 20—80 mm	26	32	45	49	0,7	65,0	2 040
Sortul 40—80 mm	26	32	41	45	0,7	65,0	2 270
Sortul 20—40 mm	26	32	44	48	0,7	65,0	2 110
Sortul 0—20 mm	26	32	52	56	0,7	67,5	1 661
Brut (nesortat)	26	32	43	47	0,7	65,0	2 150
Minele noi							
Cărbune energetic peste 6 mm	38	42	43	47	6,5	58,5	1 932
Brut (nesortat)	38	42	44	48	7,5	58,5	1 872

Caracteristicile cărbunelui brun pământos
Mina Aldomirov-Bazinul Sofia *Tabela 4*

Sortul cărbunelui	Umiditatea		Cenușa		Sulf total %	Materii volatile	PC_{inf} kcal/kg
	W_{med}	W_{max}	A_{med}	A_{max}	S_{med}	MV_{med}	$PC_{inf\ med}$
Bulgări peste 60 mm	54,5	58,5	27,0	31,0	1,8	58,5	1 440
Sortul 20—80 mm	54,5	58,5	29,5	33,5	1,6	58,5	1 320
Sortul 0—20 mm	53,0	57,0	35,0	39,0	1,6	58,5	1 150
Brut (nesortat)	54,5	58,5	29,5	33,5	1,7	58,5	1 320
Mina Mericileri							
Bulgări peste 60 mm	34,5	38,5	34	38	6,2	58,0	2 520
Ciuruit peste 20 mm	34,5	38,5	34	38	5,8	58,0	2 520
Ciuruit 20—60 mm	35,5	39,5	37	41	5,7	58,5	2 320
Ciuruit 0—20 mm	36,0	40	41	45	5,6	58,5	2 110
Brut (nesortat)	35,5	39	35	39	6,0	58,5	2 440

*) Menţionăm că la Institutul de Energetică există caracteristicile principale pentru toţi cărbunii din R.P. Bulgaria.

În partea estică a bazinului Mariţa se pregăteşte, după cum am arătat mai sus, un mare combinat carbonifer. Probele de sondaj efectuate în această regiune au arătat că există acolo lignit şi cărbune brun cu umiditate ridicată, cu următoarele caracteristici :

Umiditatea	$W_{med} = 52{,}5\%$
Cenuşa raportată la masa de lucru	$A_{med} = 19\%$
Sulf total	$S_{med} = 1{,}9\%$
Puterea calorifică	$PC_{inf\ med} = 1\ 325$ kcal/kg
Cele trei temperaturi care caracterizează înmuierea şi topirea zgurii :	$t_1 = 1\ 300°C$

Acest sort de combustibil va forma în curînd baza combustibilului energetic în R. P. Bulgaria.

Antracitul se foloseşte în industrie şi pentru încălzitul casnic. Cărbunele brun mat se foloseşte în industrie pentru încălzitul casnic, pentru transport (locomotive şi vapoare) şi în centralele termoelectrice.

Cărbunele brun pămîntos cu multă umiditate şi lignitul au aceleaşi întrebuinţări.

III. Situaţia energiei electrice

Producţia de energie electrică a Bulgariei înainte de cel de al doilea război mondial era foarte redusă, totalizînd în 1938 abia 0,232 TWh/an, adică 44,6 kWh/locuitor an. În 1948 producţia de energie electrică a Bulgariei se dublase, atingînd 0,560 TWh/an, respectiv 76,9 kWh/loc an, iar în 1955 a ajuns la 2,1 TWh/an, adică 277 kWh/loc an, ca în 1957 să fie de 2,8 TWh/an, respectiv circa 350 kWh/loc an.

Considerînd raportul dintre producţia anuală de energie hidroelectrică şi producţia totală de energie electrică, se constată că în 1940 energia hidroelectrică reprezenta 62%, 33,19% în 1955 şi 35,7% în 1957. Acest lucru se datoreşte faptului că din calculele tehnico-economice efectuate au reieşit în unele cazuri foarte avantajoase amenajările de uzine hidroelectrice. Din estimările de cost efectuate pentru 20 uzine în 31 variante luate în considerare pentru execuţie pînă în anul 1970, a rezultat preţul kilowatului instalat de 3 000—11 000 leva la UHE şi 3 700—5 000 leva la CTE.

Din aceleaşi calcule, preţul de cost al kilowattorei a reieşit de 0,05—0,13 leva la UHE, respectiv 0,10—0,18 leva la CTE. Costul energiei a fost în anul 1957 de 0,07—0,09 leva/kWh pentru energie UHE respectiv 0,14—0,18 leva /kWh pentru energia CTE [2].

Planul de electrificare a R. P. Bulgaria prevede creşterea producţiei de energie electrică la 3.42 TWh în 1960, 7 TWh în 1965, respectiv 12 TWh în 1970. Se prevede a se produce 26% energie hidroelectrică. În ceea ce priveşte repartiţia puterii în 1957, este instalată o putere de circa 300 MW în UHE şi de circa 380 MW în CTE pentru ca în 1970 să se ajungă la o putere de circa 1 300 MW în UHE, respectiv 1 200 MW în CTE.

IV. Centrale hidroelectrice

În privinţa energiei hidroelectrice se poate considera drept început al utilizării ei moderne anul 1900, cînd s-a pus în funcţiune prima UHE Pancerev.

$W_{min} = 51\%$	$W_{max} = 57\%$
$A_{min} = 9\%$	$A_{max} = 22\%$
$S_{min} = 1{,}2\%$	$S_{max} = 2{,}6\%$
$PC_{inf\ min} = 1\ 200$kcal/kg	$PC_{inf\ max} = 1\ 700$ kcal
$t_2 = 1\ 150°C$	$t_3 = 1\ 170°C$

O caracteristică a amenajărilor bulgare mai recente este construcţia în special a unor hidrocentre complete. Acest sistem aduce importante economii de investiţii în lucrările de regularizare a debitului şi organizarea şantierelor.

Din amenajările recente merită să fie amintite : uzina Beli-Iskîr, hidrocentrul Stalin, hidrocentrul Petrohan şi hidrocentrul Batak.

Uzina Beli-Iskîr face parte din hidrocentrul Iskerului superior, fiind prima etapă de amenajare a acestuia şi e concepută ca o uzină de vîrf a sistemului energetic Sofia. Ea prelucrează apa rîului sub o cădere bruscă de circa 370 m, cota de restituţie fiind cota de intrare a apei în tunelul de 20 km lungime pentru alimentarea cu apă a oraşului Sofia. Suprafaţa de recepţie este de circa 15 km^2. Barajul e un baraj de greutate de 50 m înălţime, permiţînd o acumulare de $15{,}3.10^6$m^3.

Uzina este echipată cu două turbine Pelton cu o putere unitară de 16 MW şi două generatoare cu ax vertical la turaţia de 500 rot/min cu o putere de 20 MVA la $\cos\varphi = 0{,}8$. Mai este prevăzută, de asemenea, construcţia UHE Mala Rîrkva ($H = 306$ m, $P_i = 8{,}1$ MW) şi Simeonovo ($H = 482$ m, $P_i = 6{,}6$ MW).

Hidrocentrul Stalin cuprinde complexul lucrărilor hidrotehnice de pe rîul Isker cuprinse între oraşul Samokov şi comuna Kurilo şi produce $0{,}170.10^9$ kWh anual pentru a satisface deficitul de energie din regiunea Sofia. Prima UHE a hidrocentrului este uzina Pasarel. Barajul e de tip de greutate cu o înălţime de 74 m. Volumul total al lacului la cota retenţiei normale este de 615 milioane m^3. Centrala are o putere instalată de 28 MW cu o producţie anuală de 80.10^6 kWh.

În aval de centrala Pasarel este construit barajul Kokaline, de 26 m înălţime, creînd un lac de acumulare cu un volum total de $2{,}6.10^6$m^3, din care $0{,}820.10^6$m^3 volum util. În centrală sînt instalate două turbine Francis cu ax vertical cu o putere unitară de 11 MW. După ieşirea din canalul de fugă al centralei Kokaline este construit barajul Pancevo, de tip de pămînt cu miez de argilă. Barajul are o înălţime de 23 m, permiţînd un volum al lacului de acumulare de $6{,}7.10^6$m^3. De la acest baraj pleacă două canale de irigare. Pe unul dintre canale este instalată uzina Sofia, cu o putere instalată

de 6 MW cu o producție anuală de energie de $21{,}9.10^6$ MWh.

Hidrocentrul Petrohan este așezat în nord-vestul Bulgariei pe rîul Bîrziia în apropierea orașului Berkoviția. Hidrocentrul cuprinde UHE Petroha Bîrziia, Klisura și Berkoviția. Planul de amenajare poate fi considerat un exemplu de aplicare a teoriilor moderne ale amenajării integrale, prin preocuparea de a capta totalitatea afluenților secundari ai rîului, cît și prin devierea apelor din bazinele învecinate.

Uzina Petrohan are o putere totală instalată de 7,8 MW cu o producție anuală medie de $30{,}9.10^6$ kWh.

A doua centrală a hidrocentrului, Bîrziia, are o putere instalată de 7 MW și o producție anuală de $34{,}1.10^6$ kWh.

Centrala Klisura, a treia unitate a hidrocentrului, are o putere instalată de 3,45 MW cu o producție anuală de $16{,}6.10^6$ kWh.

În sfîrșit, ultima uzină a hidrocentrului Berkoviția, așezată imediat în aval de Klisura, utilizează apele prelucrate de aceasta. Puterea instalată este de 2,56 MW producînd anual $12{,}55.10^6$ kWh.

Hidrocentrul Battak utilizează debitul rîului Peștera, un afluent al rîului Mariția și cuprinde trei uzine: Batak, Peștera și Aleko.

Barajul primei zone are înălțimea de 47 m. Lacul V. Kolarov format permite un volum de $65.10^6 m^3$. În centrala subterană Batak s-au montat trei grupuri cu o putere unitară de 10 MW.

Din lacul Batak apa intră printr-o galerie în a doua uzină a hidrocentrului, Peștera. În sala subterană a mașinilor sînt instalate patru grupuri Pelton cu ax orizontal cu o putere unitară de 24 MW.

În aval de această centrală sînt instalate două grupuri cu o putere unitară de 20 MW, fiind prevăzut în viitor al treilea grup. În aval de uzina Aleko este construit un lac de regularizare de 150 000 m^3 pentru irigații. [2]

În construcție este hidrocentrul Studen Kladeneț.

V. Centrale termoelectrice

Centralele termoelectrice de bază din Republica Populară Bulgaria sînt concentrate în trei centre importante: Dimitrovgrad, Sofia, Dimitrovo. Centralele termoelectrice sînt de obicei așezate în bazine carbonifere importante care le furnizează combustibilul.

O serie de centrale sînt de termoficare industrială și urbană, furnizînd totodată căldură și pentru serele care sînt plasate în jurul centralelor. Combustibilul cu care funcționează centralele este format din cărbune brun mat la umiditate ridicată.

Centralele termoelectrice din Orașul Dimitrovgrad sînt:

Centrala termoelectrică a fabricii de ciment, echipată cu două cazane cu debitul de 14 t/h la presiunea de 33 ata și 415°C și extinsă în cursul anului 1956 cu încă două cazane cu debitul de abur de 32 t/h la presiunea de 33 ata și temperatura de 415°C.

Cazanele alimentează două turbine cu o putere totală de circa 10 MW și funcționează în mod normal cu cărbune brun din bazinul Dimitrovo și lignit din bazinul Mariția.

Centrala de termoficare Mariția III este echipată cu două grupuri de termoficare VPT-25-3 și furnizează circa 60 t/h abur pe priza de 8—13 ata pentru combinatul chîmic I. V. Stalin și abur pe priza de 1,2—2,5 ata pentru încălzirea unei sere de 22 000 m^2 care se va extinde pînă la 10 ha. Este în proiect termoficarea orașului Dimitrovgrad la distanță de circa 5 km. Grupurile turbogeneratoare sînt alimentate cu abur de la 3 cazane de abur cu debitul de 175 t/h la presiunea de 100 ata și temperatura de 510°C.

Centrala termoelectrică Mariția 1 are o putere de circa 19 MW ($10 + 2 \times 4{,}5$), este echipată cu 6 cazane cu grătar cu împingere superioară cu debitul de abur de 18 t/h la presiunea de 37 ata și 420°C.

Centrala de termoficare Stalin-Sofia este echipată cu 5 grupuri turbogeneratoare ($2 \times 25 + 1 \times 12 + 2 \times 6$) MW. Grupurile de 25 MW sînt grupuri de termoficare.

Grupurile turbogeneratoare sînt alimentate cu abur de la trei cazane TP-175 t/h la presiunea de 100 ata și 510°C.

O dificultate specifică acestei centrale este evacuarea zgurii care conține peste 10% oxid de calciu, prezența căruia face ca zgura să fie foarte higroscopică și să se lipească de conductele de evacuare a zgurii. Centrala livrează zgură unităților de construcție pentru a fi folosită ca nisip la construcțiile noi.

Centrala termoelectrică Dimitrovo are o putere de ($2 \times 12 + 2 \times 4{,}5$) MW. Împreună cu CTE Mariția 1 reprezentau înainte de 1944 centralele de bază ale Bulgariei. Pentru alimentarea grupurilor turbogeneratoare sînt prevăzute trei cazane a 30 t/h la presiunea de 25 ata și temperatura de 435°C, echipate cu grătare gemene cu împingere superioară.

Centrala mai are trei cazane cu cărbune pulverizat cu debitul de 50 t/h la presiunea de 25 ata și temperatura de 450°C.

Centrala termoelectrică Republica este în construcție. Sînt în funcțiune parțială trei grupuri turbogeneratoare de 25 MW și în montaj încă două grupuri de aceeași putere și două cazane de 125 t/h. Grupurile în funcțiune sînt alimentate cu abur de la 3 cazane cu debitul de 110 t/h la presiunea de 75 ata și temperatura de 500°C și un cazan de 125 t/h la aceiași parametri [3].

Introducerea termoficării urbane pe scară largă se impune din cauza lipsei de lemne, a

gazelor naturale și a petrolului pentru domeniul casnic.

În orașul Sofia, termoficarea industrială a fost introdusă în anul 1949, iar termoficarea urbană în 1954. În anul 1958, CET Stalin a livrat 60.10^6 kcal/h ; în 1959 are în plan 90.10^6 kcal/h, în 1960 150.10^6 kcal/h și în etapa finală $750-800.10^6$ kcal/h.

Mai este în program termoficarea orașelor Dimitrovgrad și Dimitrovo. Este de remarcat că pe lîngă marile centrale termoelectrice sînt amenajate sau în curs de amenajare sere cu suprafețe de 10—15 ha, care aduc economiei naționale importante venituri.

VI. Transportul energiei electrice

Pentru transportul energiei electrice și funcționarea economică a centralelor, energeticienii bulgari au construit un sistem energetic național dezvoltat. Astfel, centralele sînt legate între ele printr-o rețea de 110 kV, cu o lungime de circa 2 000 km (fig. 1). Pe inelul central debitează în paralel toate centralele cu puterea mai mare de 1 MW. Între centrele importante de consum și producție de energie există legături la tensiunea de 220 kV. Astfel, între Dimitrovgrad și Aleko (lîngă Plovdiv) există o asemenea linie de 220 kV cu o lungime de 120 km. Sînt, de asemenea, în proiect și construcție linii de 220 kV între Dimitrovgrad și Kolarovgrad, respectiv între Aleko (lîngă Plovdiv) și Gorno-Oriahovița. Sistemul energetic bulgar este prevăzut cu patru linii la tensiunea de 110 kV, care vin pînă la Dunăre, ajung în orașele bulgare Vidin, Lom și Russe, care corespund orașelor românești Calafat, Sud Băilești și Giurgiu. Din inelul național pornesc de asemenea ramificații spre diverse centre de consum. Tensiunea de distribuție raională este de 60 kV, iar tensiunea de electrificări rurale de 22 kV cu o rețea în lungime de 2 5000 km. Tensiunile de 15 kV și 35 kV sînt puțin dezvoltate și nu se întrevede în viitor o dezvoltare a acestora. Rețelele de distribuție urbane și rurale au o lungime de peste 30 000 km.

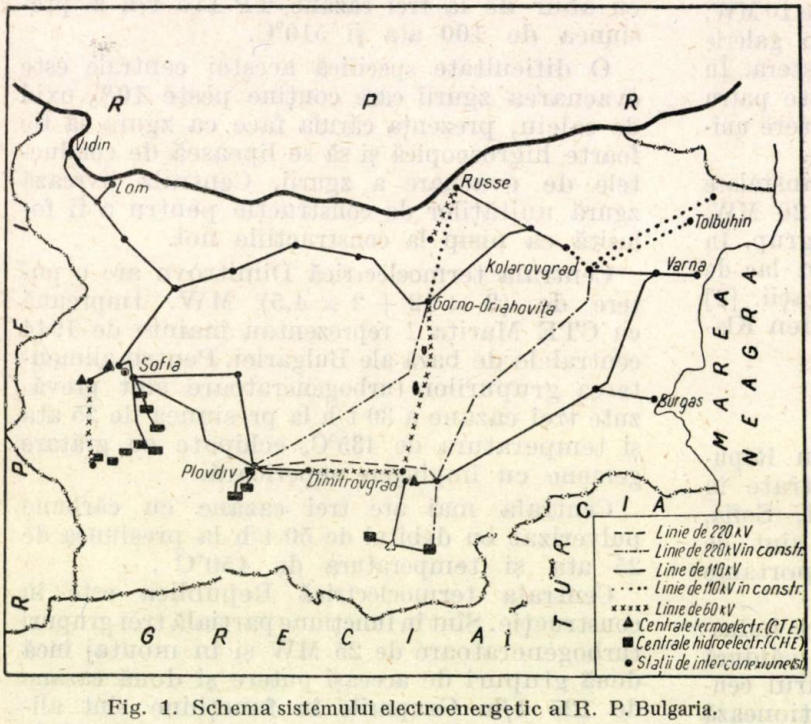


Fig. 1. Schema sistemului electroenergetic al R. P. Bulgaria.

Electrificarea rurală a fost o problemă de primă importanță, ajungîndu-se ca gospodăriile de stat să fie electrificate în proporție de 89%, iar consumul de energie pe cap de locuitor (la țară) să fie de 40 kWh/an.

Din 5 600 de sate sînt electrificate 3 220 cu 68% din totalul populației rurale [1].

VII. Institute de cercetări și proiectări

a) Institutul de cercetări tehnologice pentru combustibil de pe lîngă Ministerul Industriei Grele. Institutul se ocupă cu probleme de cercetare din domeniul înnobilării, cocsificării și arderii combustibilului solid.

b) Institutul de Cercetări Științifice de Energetică de pe lîngă Ministerul Electrificării și Amenajării Apelor are în linii mari același profil ca și Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

În cadrul Institutului se studiază probleme legate de funcționarea economică a CTE și UHE, transpotul energiei electrice, automatizarea UHE etc.

c) Institutul tehnic de pe lîngă Academia de Științe, prin secția Energetică a curenților tari, se ocupă de studiul bilanțului energetic general și de inventarierea resurselor energetice.

d) Institutul de Proiectări Energetice de pe lîngă Ministerul Industriei Grele se ocupă cu proiectări de centrale termoelectrice, linii și stații de 35, 60, 110 și 220 kV. Are o secție specială care se ocupă de electrificarea rurală și urbană și cu liniile la tensiunea de 22 kV și mai mică.

Sectorul hidroenergoproiect, înființat de curînd tot pe lîngă Institutul de Proiectări Energetice, se ocupă cu studiul centralelor hidroelectrice, proiectarea barajelor, canalelor de irigații, corecții de rîuri etc., și Institutul de cercetări prealabile și de perspectivă de pe lîngă Ministerul Electrificării se ocupă cu dezvoltarea în viitor a sistemului electroenergetic al țării.

Concluzii. Din cele prezentate se constată că energeticienii bulgari, deși nu au dispus de resurse de combustibili superiori ci numai de resurse hidro și cărbuni inferiori, au realizat o dezvoltare energetică corespunzătoare nece-

sităților impuse de construirea socialismului în țara lor.

— În dezvoltarea sistemului energetic național s-au avut în vedere principii energetice moderne (abur de parametri înalți, termoficare, amenajări hidroenergetice complexe, tensiuni de transport înalte).

— Electrificarea rurală a fost o problemă de primă importanță ajungîndu-se ca gospodăriile agricole colective să fie electrificate în proporție de 100% și gospodăriile agricole colective să fie electrificate în proporție de 89%, iar consumul de energie pe cap de locuitor (la țară) să fie de 40 kWh/an.

— Sistemul național de transport al energiei este proiectat și realizat în așa fel ca schimbul de energie între centralele hidro și termoelectrice să se facă în cele mai bune condiții și să permită prin serviciul de dispecer național o exploatare rațională a tuturor centralelor electrice.

— Institutele de cercetări și proiectări din R.P. Bulgaria au fost pionii planului de electrificare, prin munca lor realizînd proiectarea unui sistem energetic național remarcabil, în funcție de posibilitățile de valorificare a resurselor energetice din patria lor.

Bibliografie

[1] Calburov M. (R.P.B.): *Probleme caracteristice ale energeticii Bulgariei*; Raportul 11.07 la Prima Conferință a electricienilor din R.P.R. Energetica nr. 1 (1958) p. 33—35.

[2] Filotti A.: *Construcții hidroenergetice în R. P. Bulgaria.* Energetica nr. 5 (1958) p. 229—235.

[3] Postler L.: *Creșterea energeticii în R. P. Bulgaria.* Energetika (GSR) nr. 8 (1954) p. 38—39.

[4] Savu I.: *Aspecte ale valorificării surselor de energie primară în R. P. Bulgaria.* Energetica nr. 7 (1958) p. 299—304.

DIN ÎNTREPRINDERI

Experiențe din exploatarea cazanelor cu vaporizare în trepte

621.182—174.2

Observațiile culese din exploatare privind comportarea, pe partea de apă, a cazanelor cu vaporizare în trepte permit unele concluzii asupra condițiilor care asigură funcționarea lor corectă.

Mecanismul de funcționare al acestui procedeu a fost expus detaliat în articolul „Contribuții la determinarea rațională a domeniilor de funcționare corectă a vaporizării în trepte" apărut în Energetica Nr. 3 a.c.

Factorii importanți care provoacă abateri de la prevederile teoretice sînt: fenomenul de „întoarcere" a apei din compartimentul salin în cel curat (prin antrenări, prin neetanșeități

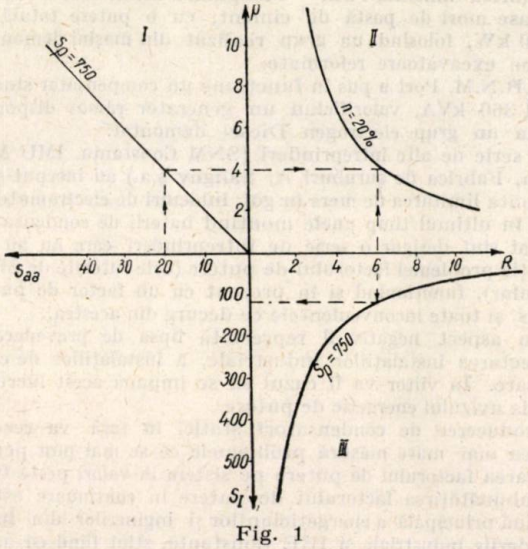


Fig. 1

sau prin circulația apei în sens contrar) și sarcina termică neuniformă a țevilor de ecran. Existența acestor factori se poate verifica grafic cu ajutorul diagramelor din figură, în care, spre simplificare s-a trasat numai cîte o curbă caracteristică.

Sectorul *I* (p, S_{aa}) reprezintă variația lui p (purja cazanului) în raport cu S_p (salinitatea purjei) și cu S_{aa} (salinitate apei de alimentare); sectorul *II* (p, R) dă variația lui n (producția de abur a treptei saline) în raport cu p și cu R (raportul concentrației dintre trepte); sectorul *III* (R,S_I) dă variația lui S_p în raport cu R și cu S_1 (salinitatea apei din treapta întîia). Pentru trasarea acestor curbe se determină prin analiză valorile S_{aa}, S_1 și S_p; valoarea reală a lui R se obține din raportul $S_p : S_1$, iar p se calculează din S_{aa} și S_p. Valoarea n este cunoscută din datele constructive ale cazanului. Se ridică o verticală din punctul corespunzător pentru S_{aa} (de ex. 20 mg/l) pînă la intersecția ei cu dreapta pentru S_p; orizontala dusă din acest punct și verticala dusă din punctul corespunzător pentru R (de ex. 6) trebuie să se întîlnească pe curba n. Dacă acesta nu este cazul, înseamnă că funcționarea vaporizării în trepte este dereglată de către factorii amintiți mai sus. Diagrama permite a verifica ușor și alte elemente ca: p, S_p etc.

În practică s-au constatat asemenea abateri, ceea ce permite a stabili fără ambiguitate, măsurile care se impun pentru realizarea unei funcționări corecte a vaporizării în trepte.

Din relația $p = \frac{n}{R-1}$ rezultă că pentru $R = 2$ valoarea purjei cazanului ar fi egală cu n; deci numai cu valori ale lui $R > 2$ se pot realiza purje reduse. La unele din centrale, cazanele funcționează cu un raport R aproape de această valoare, ceea ce explică de ce pierderile prin purje sînt mari.

Cauzele pentru care purjele au trebuit să fie totuși mărite, chiar cînd valoarea teoretică a lui R este mare, au fost cercetate la cîteva centrale.

La cazanele cu parametrii înalți, mărimea purjelor a fost impusă de următoarele cauze: — raportul teoretic R fiind mare (circa 150) menținerea rezervei de fosfat în treapta *I*-a implică o creștere a salinității în treapta *II*- a cu circa 5 000 mg/l, adică mai mult decît toată salinitatea admisă conform proiectului (circa 3 000 mg/l); — admițînd valoarea absolută a purjei constantă, creșterea sarcinii pe cazan, de pildă de la 100 t/h la 170 t/h, scade valoarea relativă a purjei de la

0,50% la 0,29% și mărește valoarea lui R de la 53 la 90. Drept consecință are loc o accentuare a salinității apei din treapta *II*-a și o impurificare a aburului generat, pe lîngă pericolul depunerilor de săruri în țevi; — un alt factor sînt suspensiile din apa cazanului (produse ale coroziunii de pe traseu), care, neputîndu-se elimina complet prin purjele intermitente, intră în circuitul treptei a doua, se concentrează acolo și contribuie la impurificarea aburului (prin spumegare) și la depuneri în țevi; — concentrația limită permisă pentru silice a apei din treapta a doua în scop de a preveni impurificarea aburului, nu se poate menține, cînd R este mare, decît prin intensificarea purjelor (sau prin micșorarea lui n).

Trebuie menționat că diferențe mari dintre salinitatea apei celor două trepte de vaporizare (adică R mare), corespund la o neomogenitate pronunțată a mediului de contact, care favorizează coroziunea materialului feros al cazanului.

Cazanele de presiune medie dintr-o altă centrală, furnizînd abur industrial, generau un abur foarte impurificat, cu toate că salinitatea apei din cele două trepte era menținută sub valorile indicate în proiect. Ca urmare au avut loc depuneri mari în supraîncălzitor. Deficiențele se datoresc lipsei de dispozitive de separare abur-apă și unei tratări necorespunzătoare a apei.

Concluziile care se desprind din cele expuse sînt: pentru a asigura funcționarea corectă a cazanelor cu vaporizare în trepte se impune o tratare a apei corespunzătoare cazanelor normale; dispozitivele de separare apă-abur trebuie să fie eficiente și, acolo unde este rațional, completate cu spălarea aburului; mărimea valorii n trebuie adaptată fiecărui caz specific pentru a asigura menținerea concentrațiilor permise în apă și a reduce purjele la valori economice.

Ing. **Ioan Sabău**

Prelungirea duratei de funcționare a materialului refractar la cazane neecranate

662.998.3:621.182

Solicitarea termică deosebit de mare a zidăriei refractare la cazanele neecranate are ca efect o durată redusă a acesteia. La centrala termoelectrică Oradea perioada normală de schimbare totală a zidăriei refractare era de un an. În acest

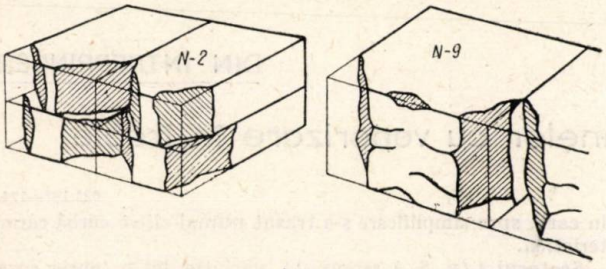


Fig. 1

Diferența de uzură la zidăria din cărămizi N—2 și N—9.

interval se efectuau în medie trei reparații curente din care una de proporții mai mari.

Pornind de la constatarea faptului că deteriorarea cărămizilor refractare începe la muchii și colțuri, colectivul uzinei a propus și aplicat o soluție pentru mărirea duratei de funcționare. Soluția constă în reducerea lungimii rosturilor și a numărului de colțuri prin înlocuirea cărămizii normalizate N-2, utilizată pînă atunci, cu cărămidă N-9. O cărămidă N-9 corespunde volumetric cu patru cărămizi N-2.

Experimentarea s-a făcut la un cazan de 10 t/h, 14 atu, 380°C. A fost înlocuită o parte deteriorată din zidărie cu cărămizi N-9, în cursul unei reparații curente. Zidăria respectivă avea 3 100 ore de lucru. În urma înlocuirii a fost necesară reparația după 4 600 ore. Starea cărămizilor la sfîrșitul unei perioade rezultă din figură, pentru ambele tipuri de cărămidă.

Prin mărirea duratei zidăriei refractare se realizează economii de material și manoperă precum și o reducere a timpului de indisponibilitate a cazanelor. Valoarea economiilor posibile este destul de importantă, dacă se ține seamă de faptul că la Oradea pentru reparațiile anuale ale zidăriei se cheltuiau aproximativ 60 000 lei la un cazan.

Ing. **Ștefan A. Paal**

Îmbunătățirea factorului de putere în sistemul energetic Dobrogea

621.311.1.018.1(498.8)

Sistemul energetic Dobrogea este unul dintre cele mai tinere sisteme energetice din țara noastră. El a apărut o dată cu intrarea în funcțiune a CTE Ovidiu creînd posibilitatea dezvoltării rapide și puternice a economiei acestei regiuni, prin înființarea de noi industrii și unități agricole importante, concomitent cu dezvoltarea rețelelor de distribuție pentru electrificarea satelor.

Astfel s-a ajuns ca în repartiția consumului de energie electrică pe categorii, forța motrică la marii consumatori să reprezinte 70% din totalul consumatorilor, deși în anul 1950 ponderea cea mai mare o aveau micii consumatori. Pe grupe industriale predomină industria cimentului, care consumă 45% din totalul energiei electrice vîndute, restul categoriilor de consumatori reprezentînd fiecare între 0,5—0,6% din total. Este evident deci că într-un astfel de sistem factorul de putere joacă un rol foarte important.

Deoarece în anul 1956 se ajunsese la o valoare medie de 0,63 a factorului de putere, s-a impus luarea de măsuri la marii consumatori. Prin aplicarea unui nou tarif începînd cu luna ianuarie 1956, care prevede penalizări și bonificații pentru factorul de putere, marii consumatori au aplicat o serie de măsuri care au condus la un factor de putere mediu de 0,795 în anul 1958, fără ca IRE Constanța să fi montat vreun compensator sincron, sau condensatori. În acest fel se preconizează să se realizeze un factor de putere de 0,8 în cursul anului 1959 în conformitate cu hotărîrile Congresului al II-lea al P.M.R.

Printre măsurile tehnice aplicate în prioada 1956—1958 se menționează următoarele:

Fabrica Cimentul Păcii — Medgidia a sincronizat un număr de șase mori de pastă de ciment, cu o putere totală de 2 880 kW, folosind un grup realizat din mașini demontate de pe excavatoare reformate.

D.R.N.M. Port a pus în funcțiune un compensator sincron de 1 360 kVA, valorificînd un generator rămas disponibil de la un grup electrogen Diesel demontat.

O serie de alte întreprinderi (SNM Constanța, IMU Medgidia, Fabrica de șuruburi A. Saligny ș.a.) au început prin a monta limitarea de mers în gol, înlocuiri de electromotoare, ș.a., în ultimul timp unele montînd baterii de condensatori.

Mai sînt desigur o serie de întreprinderi care nu au dat atenție problemei factorului de putere (cele tutelate de Sfatul Popular), funcționînd și în prezent cu un factor de putere redus și toate inconvenientele ce decurg din acestea.

Un aspect negativ îl reprezintă lipsa de prevedere la proiectarea instalațiilor industriale, a instalațiilor de compensare. În viitor va fi cazul să se impună acest lucru cu ocazia avizului energetic de putere.

Producerea de condensatori statici în țară va rezolva în cea mai mare măsură problemele ce se mai pun pentru ridicarea factorului de putere pe sistem la valori peste 0,80.

Îmbunătățirea factorului de putere în continuare este o sarcină principală a energeticienilor și inginerilor din întreprinderile industriale și IRE Constanța, știut fiind că astfel se vor putea acoperi noile cereri de putere prevăzute pînă la interconectarea sistemului energetic Dobrogea cu sistemul energetic național.

Ing. **Anton Ștefan**

Zece ani de activitate a cercului ASIT de la I. R. E. Timişioara

62:061.22.012.4(498.51)

Cercul ASIT de la IRE Timişoara, precum şi întreprinderea însăşi sînt în pragul unor aniversări importante :

— Cercul ASIT aniversează 10 ani de la înfiinţare ;

— Întreprinderea se pregăteşte să serbeze 10 ani de la înfiinţarea în actuala formă de organizare şi 75 de ani de la punerea în funcţie a primei centrale electrice din ţară, Centrala electrică din Timişoara şi a iluminatului electric al străzilor oraşului.

Aniversările în general dau prilejul unor priviri în urmă pentru încheierea unui bilanţ al activităţii şi a trage concluzii asupra muncii şi totodată al unei priviri de perspectivă în viitor.

Încă de la înfiinţarea cercului ASIT în anul 1949, inginerii şi tehnicienii întreprinderii însufleţiţi de directivele P.M.R. şi pătrunşi de importanţa rolului care trebuie să-l îndeplinească în promovarea tehnicii noi, a ridicării nivelului tehnico-profesional, a organizării producţiei pentru asigurarea funcţionării sigure a instalaţiilor şi pentru reducerea preţului de cost, au depus o muncă susţinută înregistrînd frumoase rezultate.

Căile alese pentru rezolvarea obiectivelor indicate mai sus sînt :

— cicluri de conferinţe de specialitate cu caracter mediu şi superior ;

— cursuri de pregătire pentru personalul tehnic mediu şi pentru ridicarea calificării muncitorilor ;

— întocmirea de studii în probleme specifice întreprinderii ;

— organizarea de schimburi de experienţă ;

— aplicarea de metode avansate în producţie ;

— sprijinirea mişcării de inovaţie şi a activităţii cabinetului tehnic ;

— organizarea de consfătuiri şi concursuri şi

— difuzarea revistelor de specialitate şi stimularea muncitorilor, tehnicienilor şi inginerilor pentru consultarea bibliotecii tehnice.

Pe lîngă activitatea depusă în interiorul întreprinderii, membrii cercului ASIT şi-au propus să dea tot sprijinul în organizarea şi desfăşurarea cursurilor înfiinţate de Filiala Regională ASIT, sau a sesiunilor de comunicări ştiinţifice. De asemenea, să contribuie la aplicarea tehnicii noi şi la alte întreprinderi, mai ales în domeniul gospodăririi raţionale a energiei electrice.

Mai jos se trec în revistă cîteva aspecte din realizările obţinute în decursul celor 10 ani de activitate a cercului ASIT, enumerate pe obiective.

1. *Ciclurile de conferinţe* sînt indicate în tabela 1, din care se vede pe ani numărul conferinţelor susţinute.

Tabela 1

Anul	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
Nr. conf.	5 Sem II.	10	9	8	14	16	19	9	13	23	16 Sem I.

În total în cei 10 ani s-au prezentat de către membrii cercului un număr de 142 conferinţe.

S-au evidenţiat în această direcţie în deosebi tovarăşii : ing. Laszlo T., ing. Baciu A., ing. Feldman V., ing. Radu C.

Subiectele conferinţelor expuse au fost variate şi tratează aproape despre toate domeniile de activitate specifice unei întreprinderi de electricitate cum ar fi : detectarea defectelor în cable, problema contactelor întrerupătoarelor, probleme în legătură cu izolaţia la înaltă tensiune, comportarea transformatoarelor şi a diferiţilor receptori la trecerea de la 42 Hz la 50 Hz, funcţionarea economică a agregatelor, echilibrarea rotoarelor, probleme de automatizare, prevenirea avariilor, precum şi o serie de conferinţe de prezentare a tehnicii sovietice şi a metodelor avansate aplicate în tehnică. Unele conferinţe au fost prezentate şi altor cercuri ASIT interesate în problemele dezbătute.

2. *Cursuri de pregătire pentru personalul tehnic* mediu şi de ridicarea calificării muncitorilor :

În fiecare an, au funcţionat în cadrul întreprinderii diferite cursuri de ridicarea calificării, precum şi cursuri de calificare, organizate cu concursul comitetului de întreprindere.

Astfel în primii 5 ani ai perioadei analizate, s-au calificat la IRE Timişoara un număr de 320 muncitori.

În ultimii 5 ani, au urmat cursurile de ridicarea calificării un număr de 348 tovarăşi. La toate cursurile, lectorii au fost recrutaţi din membrii cercului nostru ASIT.

În afara cursurilor organizate pentru angajaţii IRE Timişoara, cercul ASIT a contribuit la organizarea unui curs PRAM pe regiune, în anul 1955, cu concursul Inspecţiei Energetice Regionale. De asemeni a contribuit prin punerea la dispoziţie a lectorilor la cursul de electricieni organizat de Filiala Regională ASIT în anul 1957 şi a cursului de radiofonie în anul 1958.

3. *Întocmirea de studii* : s-au întocmit 15 studii de foarte mare importanţă pentru producţie şi pentru reducerea preţului de cost, printre care amintim cîteva :

— calculul economizorului la cazanul nr. 9,

— verificarea mecanică a generatorilor CHE pentru trecerea la 50 Hz,

— normarea pierderilor în reţele, precum şi altele, care au fost aplicate şi au adus îmbunătăţiri funcţionării instalaţiilor şi economii importante.

4. *Schimburi de experienţă.* Au fost organizate în total 10 schimburi de experienţă, dintre care unul cu oaspeţii din R.P.U., Întreprinderea de Electricitate din Szegedin, organizat de Filiala Regională ASIT Timişoara.

5. În privinţa *aplicării metodelor avansate în tehnică* s-au aplicat 14 noi metode, printre care numeroase automatizări (RAR, telesemnalizări şi telemăsuri, descărcarea automată a sarcinii şi altele) precum şi metodele sovietice, printre care metoda Fedosenco, prin aplicarea căreia s-au realizat importante reduceri de timp în repararea agregatelor energetice şi metoda Petrov, prin care s-au realizat economii la consumul propriu tehnologic al centralelor.

6. *Mişcarea inovatorică* este oglindită numeric şi valoric în tabela 2.

Tabela 2

Nr. curent	Anul	Inovaţii înregistrate	Inovaţii acceptate	Recompense plătite Lei	Economii aduse anual Lei
1	1951	11	9	3 647*	6 982*
2	1952	10	7	4 270*	85 328*
3	1953	39	37	16 400	1 000
4	1954	65	49	39 212	64 243
5	1955	64	54	50 691	627 217
6	1956	87	78	42 636	82 360
7	1957	75	45	20 802	50 031
8	1958	33	22	17 460	79 000
9	1959**	12	10	6 806	34 360
Total:		396	311	201 924	1 030 521

*) Lei stabilizaţi

**) Înregistrare pe trimestrul I.

De la înființarea Cabinetului Tehnic în anul 1951, membrii ASIT contribuie la activarea mișcării inovatorice prin consultații programate săptămînal acordate inovatorilor. De asemeni referatele înaintate comisiei de inovații sînt întocmite de membrii cercului ASIT repartizîndu-se fiecărui inginer, după specialitate, cîte un dosar de inovație de studiat. Printre cei peste 100 de inovatori, se numără și tov. Roman N., ing. Istin S., Hanțu T. și Nicolescu R., care au inovațiile cele mai valoroase.

7. *Organizarea de consfătuiri și concursuri.* În anul 1953, cercul ASIT în colaborare cu comitetul de întreprindere și cu concursul organizației de bază și al conducerii întreprinderii, a organizat o consfătuire pe țară, tratînd problema apei de alimentare a căldărilor de aburi. Majoritatea referatelor au fost prezentate de membrii cercului ASIT IRET.

În anul 1955 s-a organizat de asemeni o consfătuire cu schimb de experiență pe țară în problema adîncirii gospodăriei socialiste la care toate referatele au fost prezentate de membrii cercului nostru.

În anul 1956, la inițiativa Inspecției Energetice Regionale, cercul ASIT a organizat o consfătuire pe regiune cu tema: analizele de laborator privind apa de alimentare a cazanelor.

De asemeni membrii cercului au dat o mare contribuție prin prezentarea a numeroase referate la consfătuirile privind îmbunătățirea factorului de putere și a sesiunii de referate tehnico-științifice, ambele organizate de Filiala Regională ASIT Timișoara, în 1954 respectiv 1958, precum și prezentarea unui referat la conferința pe țară a electricienilor în 1957.

În privința concursurilor s-a organizat concursul celui mai activ inovator pe întreprindere în anul 1958, cîștigătorii concursului fiind premiați.

8. În privința *ridicării nivelului profesional și a cunoașterii tehnicii noi avansate*, un rol deosebit de important îl joacă documentarea tehnică, care se face prin frumoasa bibliotecă a întreprinderii, cu peste 7 000 de volume și numeroase publicații din diferite țări cu care este înzestrată. Pentru stimularea cititorilor și pentru o orientare mai ușoară, membrii cercului ASIT sînt împărțiți după specialitate și limbile cunoscute în grupe în așa fel ca fiecare revistă apărută sau carte nouă să fie consultată și întocmită o fișă cu un scurt rezumat în problemele care interesează, specifice unei întreprinderi de electricitate. Prin aceasta se ating două obiective:

— documentarea membrilor noștri care execută această operație de întocmire a fișelor și

— ușurarea căutării materialului documentar bibliografic asupra unei probleme de care se interesează un anumit cititor.

Din bilanțul ultimilor 10 ani, reiese că activitatea cercului ASIT IRET a fost destul de rodnică. Acest lucru se relevă și prin faptul că Filiala Regională ASIT Timișoara în urma analizării activității tehnice a membrilor din regiune, a acordat în anul 1958 la 5 membri ai cercului nostru premii importante, dintre care trei excursii în R.P.U. și Republica Cehoslovacă.

Astfel cercul nostru a cîștigat cele mai numeroase premii dintre toate cercurile ASIT din regiune.

Aceste realizări se oglindesc și în producție. Întreprinderea Regională de Electricitate Timișoara și-a realizat și depășit an de an planul de stat. Ba mai mult în anul 1956, colectivul de muncitori, tehnicieni și ingineri al Uzinei Electrice Timișoara a cîștigat drapelul de fruntaș în producție în întrecerea centralelor electrice din țară. De asemeni în anul 1957 centrala Diesel electrică Freidorf a cîștigat drapelul de fruntaș între centralele Diesel din țară.

Dar activitatea de 10 ani a cercului ASIT IRET a fost umbrită și de perioade de stagnare, care au făcut ca realizările să nu fie și mai valoroase. Mulțumită ajutorului dat de organizația de bază P.M.R. și de conducerea întreprinderii, s-au înlăturat aceste lacune, restabilindu-se făgașul normal al activității cercului ASIT.

În prezent și pentru viitor, în fața cercului ASIT IRET stau două sarcini importante: una momentană, specifică acestui an, an al aniversărilor, și una permanentă și de mai mare importanță.

Prima este în legătură cu contribuția care trebuie să o dea ASIT-iștii pentru pregătirea serbării celor 75 de ani de activitate a Uzinei Electrice Timișoara. Pentru aceasta se pregătește o sesiune de comunicări, unde se vor prelucra peste 25 de referate, privind studii și realizări tehnice aplicate în instalațiile IRET pentru realizarea de economii și reducerea prețului de cost.

Se pregătește de asemeni organizarea unei expoziții, care va prezenta evoluția tehnică în întreprindere în decursul celor 75 de ani și care va constitui și o expoziție permanentă de documentare tehnico-didactică a IRE Timișoara.

Se lucrează la adunarea materialului necesar pentru întocmirea monografiei Uzinei Electrice Timișoara.

Toate obiectivele de mai sus sînt în sarcina exclusivă a membrilor cercului ASIT.

A doua sarcină permanentă și de mare importanță ce ne stă în față izvorăște din directivele celui de al II-lea Congres al P.M.R. și este sarcina întregului nostru popor muncitor de a întări necontenit economia națională, ridicînd nivelul de trai al oamenilor muncii.

Membrii cercului ASIT IRET sînt hotărîți ca printr-o muncă asiduă și organizată să lupte pe toate căile spre o ridicare a tehnicității personalului ce deservește noile instalații moderne cu care a fost înzestrată întreprinderea în anii din urmă, pentru mărirea productivității muncii prin introducerea de automatizări în procesul de producție și pentru mărirea siguranței de funcționare a instalațiilor și reducerea necontenită a prețului de cost al energiei electrice.

Ing. **Corneliu Radu**
Secretarul cercului ASIT—IRET

CRONICĂ

Sesiunea de comunicări a Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.

620.9:061.12:061.31(498)

Pentru a pune cît mai repede la dispoziția cercurilor tehnice și a industriei rezultatele cercetărilor încheiate, institutele de cercetări ale Academiei R.P.R. organizează periodic sesiuni de comunicări publice. Pe linia acestei metode de valorificare a rezultatelor muncii de cercetare, Institutul de Energetică a organizat în zilele de 17 și 18 aprilie a.c. o sesiune de comunicări la sediul institutului și la Casa Oamenilor de Știință, la care au participat membri ai Academiei, cercetători ai institutelor tehnice ale Academiei, oameni de știință, precum și numeroși invitați din întreprinderile și instituțiile din Capitală.

Ședința de deschidere a fost prezidată de acad. *I.S. Gheorghiu*, vicepreședinte al Academiei R.P.R., iar cuvîntul de deschidere a fost rostit de prof. *Remus Rădulet*, directorul institutului, care a prezentat *„Analiza realizării planului Institutului de Energetică pe anul 1958"*. Din raport a reieșit că, ghidîndu-se după hotărîrile partidului și guvernului referitoare la dezvoltarea bazei tehnico-științifice a țării noastre, atît cercetătorii cît și corpul tehnico-administrativ al institutului s-au străduit să traducă în viață indicațiile tovarășului *Gheorghe Gheorghiu-Dej* prezentate în cadrul Plenarei din noiembrie 1958 a C.C. al P.M.R. Astfel, cercetările au fost orientate spre principalele probleme ale economiei naționale, abordîndu-se teme care au adus prin aplicarea lor în practică economii de zeci de milioane lei. Printre lucrările importante, în raportul prezentat, au fost menționate: *„Teoria analitică a sistemelor de reglare automată"* de *Popov M.*, care a permis aducerea unor importante contribuții teoretice originale în studiul stabilității sistemelor neliniare: *„Studiul experimental al camerei de amestec a compresorului cu jet"* de *V. Pimsner* și *A. Vasilescu*, care a permis adîncirea fenomenului de amestec într-un asemenea aparat, în regimurile

supersonic și subsonic; *„Aplicarea mărimii exergie în studiul combustibililor solizi"*, a regretatului om de știință *D. Buimovici*, care a fost remarcată de revistele de specialitate din străinătate; *„Studiul proceselor de ardere în motoare"*, în cadrul căreia s-au stabilit metode originale de calcul al acestor procese; *„Procesul de cocsificare a cărbunilor"*, aparținînd colectivului condus de prof. *I. Blum*, care a permis verificarea cu succes în fază pilot a metodelor preconizate în institut, metode ce au o importanță deosebită pentru economia națională; *„Inventarierea resurselor energetice"* și *„Stabilirea dinamicii consumului de energie și căldură în industrie"* lucrări conduse de prof. *M. Bercovici*, care vor permite ca în anul 1959 să se treacă la rezolvarea uneia dintre cele mai importante probleme energetice ale țării — stabilirea balanței energetice a R.P.R.; *„Studiul sistemelor electroenergetice"*, apreciat de specialiștii sovietici; *„Cercetări asupra cazanului Vuia modificat"*, de 1 t/h, care vor permite construirea lui în serie și aplicarea lui în industrie; *„Studiul arderii lignitilor în strat și în stare pulverizată"*, care a permis construirea în țară a grătarului cu împingere răsturnată și a morii-ventilator, creînd astfel posibilitatea utilizării energetice pe scară largă a importantelor noastre zăcăminte de ligniți; *„Mașina analogică de calcul"*, care va permite rezolvarea la nivelul tehnicii mondiale a multiplelor probleme ridicate de reglarea automată a sistemelor electroenergetice.

În anul 1958, legăturile Institutului de Energetică cu institutele similare din străinătate au fost mult extinse. S-a colaborat cu Institutul de Energetică al Academiei de Științe a U.R.S.S., cu Laboratorul de Energetică al Academiei de Științe Cehoslovace, cu Institutul tehnic din R. P. Bulgaria și cu alte asemenea institute. Schimbul de publicații, s-a dezvoltat considerabil, ajungîndu-se în prezent la cifra de 225 schimburi cu instituții din țările lagărului socialist, precum și din celelalte țări apropiate și depărtate. Pe baza rezultatelor cercetărilor s-a redactat un mare număr de articole, astfel în cursul anului 1958 au fost publicate în revista institutului 44 de articole, precum și un număr de 53 articole în revistele științifice și tehnice din țară. În publicațiile de specialitate din străinătate, membrii Academiei și cercetătorii Institutului de Energetică au publicat un număr de 18 articole de cercetare științifică. În încheierea raportului, prof. *R. Rădulet* a arătat că aceste importante realizări se datoresc muncii perseverente a personalului științific din Institutul de Energetică, din care peste 50% îl formează tinerii, îndrumați fiind de membrii Academiei și de profesorii care activează în cadrul Institutului de Energetică. În cadrul ședințelor de lucru, secțiile de electroenergetică și energetică generală au prezentat nouă comunicări, dintre care reținem pe cele din cadrul preocupărilor acestei reviste. Colectivul *S. Ionescu, P. Nicolae, M. Pomîrleanu* a realizat o lucrare de sinteză valoroasă, privind reglajul automat de frecvență în sistemele electroenergetice. Discuții au fost purtate pe marginea lucrării de către ing. *Hermina Albert* și ing. *Liviu Groza*. *F. Manea* a prezentat comunicarea *„Regimuri tranzitorii de funcționare asincronă a mașinii sincrone"*. *C. Drăgan* și *B. Popa* au expus o metodă experimentală de ridicare a caracteristicii tensiune-timp la izolatoare în lucrarea *„Ridicarea caracteristicii tensiune-timp a izolatoarelor electrice"*. În comunicarea: *„Metode statistico-matematice pentru determinarea dinamicii consumului de energie"*, *M. Bercovici, C. Nagy, T. Miclescu, S. Manea* au studiat corelațiile între consumurile de energie și unii indici economici sintetici. S-au găsit atît pentru R.P.R. cît și pentru alte țări socialiste corelații deosebit de strînse. Pentru exprimarea acestor corelații, s-au întrebuințat forme noi de funcții neîntrebuințate în literatura de specialitate, cu ajutorul cărora s-au obținut abateri standard între 1—5%. În cadrul acestei lucrări, *T. Miclescu* a expus o metodă matematică pentru determinarea preciziei unei prognoze în funcție de timp. La discuții au participat prof. *A. Avramescu*, ing. *Safier* și ing. *M. Podani*. Prof. *A. Avramescu* a ridicat problema de a se studia și alte funcțiuni și corelații între producția de energie primară și indicii economici. În lucrarea *„Studiul proceselor energo-intensive"*, colectivul *A. Dumitrescu, M. Elefterescu, St. Kovacs* a studiat procesele în care energia are o pondere importantă în prețul de cost. A fost scos în evidență modul cum se poate reduce prețul de cost prin utilizarea rațională a anumitor purtători de energie. S-au analizat aceste procese din punct de vedere al efortului financiar și s-a dat o metodă de alegere a variantei celei mai eficace din punct de vedere economic. Lucrarea de mai sus poate fi aplicată pentru studiile de perspectivă, permițînd alegerea proceselor tehnologice, respectiv a agregatelor celor mai eficiente.

În cadrul ședințelor de lucru, secția de termoenergetică și combustibili a prezentat 11 lucrări, dintre care relevăm pentru cititorii revistei noastre: comunicarea *„Studiu asupra determinării presiunii optime de supraîncălzire intermediară în centralele electrice de mare putere"* de *D. Grecov*, care prezintă aspecte din lucrarea de disertație a autorului, avînd o importanță teoretică. *I. Carabogdan* a prezentat lucrarea: *„Măcinabilitatea cărbunilor din R.P.R."*, în care s-au prezentat coeficienții de măcinabilitate ai principalelor sorturi de cărbune din țara noastră prin metoda morii-ventilator. Discuțiile purtate de prof. *I. Blum* și *M. Rosemberg* au reliefat importanța acestor cercetări pentru energetica țării noastre. În comunicarea *„Calculul economiei de combustibil ce se obține prin utilizarea recuperatoarelor la unele cuptoare"*, *V. Ghia* reia o temă deosebit de importantă pentru economia noastră. *N. Pănoiu* a prezentat lucrarea: *„Aspecte ale arderii gazelor naturale în focarele tubulare"*. La discuții asupra lucrării au luat parte: prof. *I. Blum* și ing. *C. Nerescu*.

Lucrările prezentate în sesiunea de comunicări s-au dovedit a fi de o deosebită importanță pentru industria noastră energetică. Urmînd calea trasată de Plenara C. C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie 1958, problemele de cercetare atacate au ilustrat pe deplin aceste preocupări; prin ele Institutul de energetică al Academiei R.P.R. a promovat fundamentarea științifică a politicii energetice în țara noastră, contribuind astfel la opera de construire a socialismului în țara noastră.

Comerțul exterior al Cehoslovaciei și reluarea Tîrgurilor Internaționale

382.12. : 061.43(437)

Una din sarcinile importante ale planului de construcție a socialismului este sporirea productivității economiei populare. Colaborarea dintre țările socialiste devine din an în an tot mai strînsă, iar accentuarea specializării și cooperarea lor în ceea ce privește producția merge mînă în mînă cu o creștere continuă a schimbului de mărfuri. Comerțul exterior este un factor care contribuie în mod activ la îndeplinirea acestor sarcini. El determină o mai rapidă creștere a puterii de producție și înlesnește încadrarea cuvenită în diviziunea internațională a muncii.

Comerțul exterior cehoslovac vădește o tendință constantă și uniformă de dezvoltare. Cifra totală realizată în anul 1958 a depășit-o pe cea planificată, crescînd cu un procent de 4,6 în comparație cu anul 1957. Participarea țărilor lagărului socialist la cifra totală a comerțului exterior internațional a atins în anul 1958 procentul de 70,5.

Obiectivul principal al exportului cehoslovac în țările lagărului socialist îl constituie mașinile și dispozitivele mecanice. El este într-o continuă creștere. In anul 1958 exportul de piese pentru construirea de mașini a reprezentat o jumătate din totalul exportului în aceste țări. In cursul anului trecut s-au încheiat o serie de convenții adiționale pentru completarea tratatelor comerciale și a convențiilor anuale. Prin aceasta s-a realizat o lărgire a schimbului de mărfuri cu toate țările lagărului socialist, astfel că aceste țări constituie acum cei cinci principali parteneri în comerțul exterior al Cehoslovaciei: Uniunea Sovietică, Republica Democrată Germană, China, Polonia și Ungaria. Abia după aceea urmează ca prim stat capitalist Republica Federală Germană. O importantă contribuție la totalul co-

merțului exterior cehoslovac o aduc și alte țări socialiste, ca Romînia, Bulgaria și altele.

De mare importanță e și împrejurarea că schimbul reciproc de mărfuri se caracterizează printr-o tendință crescîndă constantă. Livrările respective de mărfuri joacă în ceea ce privește sporirea economiei fiecărei țări în parte un rol hotărîtor, iar planurile economice pe termen lung cu privire la programele de construcții se bizuie în principal pe livrările din țările prietene. Schimbul de mărfuri între țările lagărului socialist constituie un factor de seamă al industrializării socialiste.

Țările socialiste produc în prezent mărfuri, care trebuiau achiziționate în trecut în țările capitaliste. În fiecare an apar noi produse care se fabrică pentru prima dată. La tîrgurile din Leipzig, Poznan și altele au fost expuse mărfuri care pot fi exportate de țările respective în întreaga lume. În rîndul acestor tîrguri socialiste apare cu începere din anul de față, ca un nou tîrg internațional, acela al Cehoslovaciei socialiste.

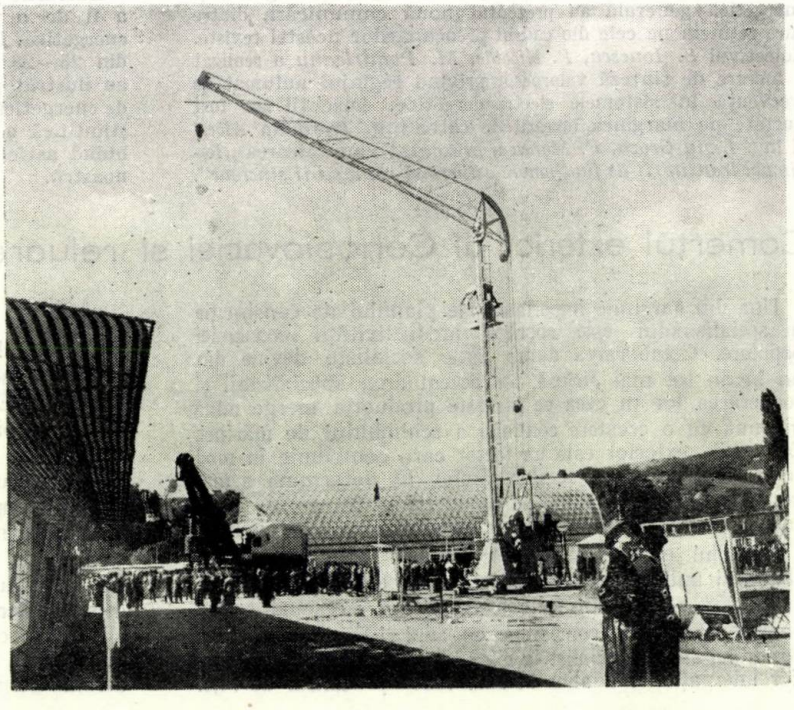
El va fi organizat între 6 și 20 septembrie la Brno, orașul expozițiilor tradiționale de producție de mașini din ultimii ani, pe un teren de expoziție ce poate fi socotit ca unul din cele mai potrivite și mai moderne din Europa. Se vor prezenta în cadrul acestui tîrg produse ale fabricilor de mașini și ale industriei metalurgice, deoarece fabricarea de mașini constituie una din cele mai însemnate ramuri ale economiei noastre populare. În cursul ultimilor ani s-au amenajat la Brno pavilioane, așa încît terenul expoziției care are o întindere de 520 000 m² va cuprinde o suprafață de expoziție propriu-zisă de 65 000 m², cu hale corespunzînd tuturor cerințelor tehnice moderne. Astfel de pildă hala BO de o întindere de 11 000 m² va fi deservită de un dispozitiv de remorcare, iar în pavilion se va instala o puternică macara cu ajutorul căreia se vor putea descărca direct pe locul prevăzut în plan cele mai grele mașini din vagoanele de cale ferată.

Tîrgul din acest an din Brno va fi primul tîrg internațional organizat pe teritoriul Cehoslovaciei, după o pauză de 8 ani. La acest tîrg vor participa pe de o parte întreprinderi de comerț exterior cehoslovace (14 expozanți), pe de altă parte mulți expozanți din țările europene și de dincolo de ocean. Nomenclatura exponatelor cehoslovace va cuprinde în principal toate ramurile de producție de mașini, începînd cu mașinile cele mai grele de unelte, locomotive și alte produse ale industriei grele, pînă la produsele mecanice cele mai fine.

O altă grupă de exponate importante este aceea a statelor socialiste, în frunte cu Uniunea Sovietică. Această grupă de exponate va cuprinde aproximativ un sfert din totalul suprafeței expoziției, iar produsele acestor state vor fi prezentate în pavilioane naționale separate. Cele mai mari expoziții vor fi fără îndoială aceea a Uniunii Sovietice și aceea a Republicii Populare Chineze. Ambele expoziții se vor întinde pe o suprafață acoperită de peste 3 000 m², în afară de terenul descoperit ce le este rezervat. Uniunea Sovietică va prezenta bogatul său sortiment de mărfuri de export, iar expoziția chineză va constitui o însemnată manifestare cu prilejul împlinirii a 10 ani de existență a Republicii Populare Chineze.

Republica Democrată Germană și Polonia vor organiza la rîndul lor importante expoziții la Brno, cuprinzînd mai bine de 2 000 m² suprafețe acoperite, precum și terenuri descoperite. Ungaria contribuie cu o suprafață acoperită de 1 300 m², după care urmează Bulgaria și Romînia dispunînd fiecare de mai multe sute de metri pătrați.

Vor expune totodată la Brno și alte state capitaliste din Europa occidentală și de dincolo de ocean. Unele din statele apusene vor expune în expoziții colective (Austria, Elveția, Olanda, Canada etc.) în timp ce din alte țări vor fi reprezentate anumite firme de export, care vor expune produsele lor, potrivit ramurilor industriale respective, în diferite pavilioane. Vizitatorii vor avea posibilitatea să găsească acolo numeroase firme din întreaga lume, din Franța, din Italia, din Republica Federală Germană, din Marea Britanie, din țările scandinave etc.



Energetica generală

Problemele echivalenței diferitelor forme de energie Aillеret, M. P. „*Atom und Strom*", vol. **4** (1958) Nr. 10, supliment la „*Elektrizitätswirschaft*" vol. **57** (1958) Nr. 19 pag. 83—85, 4 tabele.

530.131.081 : 531.62

Articolul prezintă o contribuție la o discuție mai largă, în legătură cu o unitate comună, pentru exprimarea diferitelor forme de energie, ce a avut loc la al II-lea congres UNIPEDE de la Lausanne în 1958.

Se trec în revistă diferitele unități folosite pentru exprimarea diferitelor forme în care apare energia, acordînd o atenție deosebită noilor unități introduse de energetica nucleară. Se pune problema principală, dacă se poate ajunge la o unitate comună pentru toate formele de energie. Problema prezintă un interes deosebit și se caută rezolvarea ei. Pornind de la ideea că toate formele de energie ar avea o singură dimensiune, se caută stabilirea unor coeficienți de echivalare, constanți în timp și unici pe plan mondial, de la unitățile uzuale la o unitate comună. Se arată, pe bază de exemple concrete, că din punct de vedere fizic, exprimarea diferitelor forme de energie printr-o singură unitate e practic imposibilă, iar din punct de vedere economic, acești coeficienți de echivalare nu sînt constanți în timp și diferă de la o țară la alta. Pornind de aici, se arată că balanțele energetice pe economia națională nu sînt unice, ci că se pot face balanțe energetice în foarte multe feluri, după punctele de vedere ce au stat la întocmirea lor. Se recomandă întocmirea balanțelor energetice pe forma de energie, evitînd echivalarea din motivele arătate. Se propune stabilirea unor curbe care să arate echivalența pentru anumite forme de energie, în funcție de anumiți parametri, cum ar fi de exemplu temperatura, în diferite țări, pentru a se putea ajunge eventual la un punct de vedere comun și pentru a putea rezolva o parte din problemele amintite.

s. k.

„Aspecte economice ale interconectării țărilor europene de democrație populară" Hildebrand, H.J., „*Energietechnik*" vol. **9** (1959) Nr. 1, pag. 3—18, 12 figuri, 6 tabele, 6 referate bibliografice.

621.311.1(438)439+497(498)

Se tratează premizele interconectării din punct de vedere economic, privind problema sub aspectul necesităților de energie, al repartiției teritoriale a rezervelor energetice, al curbelor de sarcină existente, al sistemelor de rețele actuale și al posibilității integrării acestora într-un sistem interconectat. Articolul cuprinde 4 capitole:

— Premizele generale economice ale interconectării.

— Premizele tehnico-materiale a schimbului de energie electrică pe plan internațional.

— Condițiile de interconectare a rețelelor electrice pe plan internațional a țărilor europene de democrație populară,

— Sarcini și probleme economice.

Se dau o serie de tabele ce arată rezervele de energie primară ale țărilor de democrație populară, raportul acestora față de desimea populației, timpul cît vor mai ajunge aceste rezerve, creșterea procentuală a consumurilor de energie în perioada de perspectivă, exportul și importul de energie, caracteristicile curbelor de sarcină. Figurile arată repartiția teritorială a rezervelor de energie, rețelele actuale și dezvoltarea lor în cazul interconectării, forma actuală a curbelor de sarcină etc.

s. k.

Utilizarea potențialului hidroenergetic în R. P. Polonă Z. Mikucki, „*Wasserwirtschaft — Wassertechnik*" (R.D.G.), vol. 8(1958), 12, pag. 542—545.

621.2.09(438)

Potențialul hidroenergetic al R. P. Polone, calculat cu debitul modul, este de 19,9 TWh/an, din care 14,4 TWh/an revin Vistulei și bazinului și 5,0 TWh/an revin bazinului Oder. Pînă în prezent acest potențial poate fi utilizat doar în proporție de 3%, iar energia hidraulică reprezintă numai 4% din producția totală de energie. Majoritatea dintre ele sînt centrale de vîrf. Astfel în Polonia de west, 81% din vîrful de vară este acoperit de CHE.

Planul de perspectivă prevede executarea de noi CHE, în special pe cursul inferior al Vistulei, astfel încît în 1970 puterea hidroelectrică instalată să depășească 1 200 MW, iar producția 5 TWh/an.

a. f.

Perspectivele folosirii energiei nucleare în India. Rashodcikov V. I., *Energohoziaistvo za rubejom*, nr. 1 (1959), pag. 47—48.

621.384.6(54)

India dispune de slabe resurse energetice clasice, iar cele existente sînt neuniform situate pe teritoriul țării. Unul din mijloacele de asigurare cu energie a industriei indiene, în continuă creștere, este construirea de CAE. India dispune de importante surse de minereuri radioactive: peste 30 000 t uraniu și 500 000 t toriu. Primele CAE de 25—50 MW se vor construi cu echipament din import și cu ajutorul specialiștilor străini, în regiunile de vest ale țării, iar altele mai mari de 150—200 MW în regiunile industriale de est. În august 1956, în India s-a construit și a intrat în exploatare primul reactor modern, conceput de specialiști indieni. La sfîrșitul anului 1958 au mai fost construite două reactoare experimentale. În articol se dă o hartă a Indiei, pe care sînt indicate regiunile în care în viitor se va dezvolta energetica nucleară.

g. c.

Centrală atomoelectrică de termoficare mică pentru Oslo. „*Atomwirtschaft*" vol. 4 (1959) nr. 3, pag. 128.

621.384 : 662.987.1(482)

Uzinele comunale din Oslo proiectează înlocuirea vechii centrale de termoficare urbană de 25 MW printr-o centrală atomoelectrică de 20—50 MW, care să livreze concomitent cu energia electrică și abur pentru încălzire.

Este luat în considerare un reactor moderat și răcit cu apă rece cu elemente de oxid de uraniu și teci de zirconiu, asemănător cu cel al proiectului suedet R 3 — Adam.

i. s.

Lucrările experimentale de gazeificare subterană a cărbunelui au fost oprite. „*Electrical Times*" — 5 februarie 1959, pag. 198 și 228.

662.764.2—12(42)

La sfîrșitul războiului, cînd părea că lipsa de cărbune va persista și în viitor, a apărut rațional să nu se neglijeze posibilitatea de a folosi cărbunele britanic în straturi prea subțiri, neexploatabil prin metodele convenționale de minerit. Calea luată în considerare a fost arderea cărbunelui în straturile unde se află și utilizarea pe loc a gazului produs subteran, drept combustibil în centrale electrice.

Lucrările de gazeificare subterană a cărbunelui în straturi prea subțiri au fost concentrate lîngă Chesterfield în Anglia, unde Organizația de stat a cărbunelui (N.C.B.) a însărcinat o firmă de specialitate să execute la început lucrări experimentale.

Organizația de stat grupînd producerea energiei electrice (CEGB) a instalat un grup de 3 750 kW, proiectînd adăugirea a încă 60 000 kW care urmau să fie instalați dacă echipamentul pilot va da rezultate.

S-a calculat că în caz de reușită, gazul din aceste straturi, ars în cazanele centralelor electrice ar putea fi obținut la un preț care să conducă la prețurile uzuale de producere a energiei electrice.

În prezent, echipamentul pilot urmează să funcționeze la plină sarcină cu gaz furnizat prin două sisteme diferite — unul bazat pe experiența din U.R.S.S. și altul dezvoltat în Anglia.

Succesul experienței inițiată de NCB și CEGB va fi însă de scurtă durată, deoarece s-a hotărît ca la sfîrșitul lunii

mai lucrările să fie abandonate. Hotărîrea a apărut ca inevitabilă, avînd în vedere creşterea stocurilor de cărbune pe măsură ce producţia continuă să depăşească cererile, fapt care face cu totul nejustificată o continuare a experienţelor sau dezvoltarea lor.

Se subliniază totuşi că întreruperea experienţelor tocmai în momentul în care prima centrală electrică produce conform planului decurge din sfîrşitul condiţiilor speciale care au făcut interesantă gazeificarea subterană în Anglia, dar nu afectează în nici un fel marele interes tehnic pentru asemenea probleme.

Se speră că experienţa cîştigată se va dovedi utilă în alte ţări şi va putea fi pusă în valoare în unele ţări care au rezerve de cărbune la care gazeificarea subterană ar constitui o soluţie mai bună decît în straturile subţiri pentru care a fost luată în considerare în Anglia. S-au şi primit cereri în acest sens.

a.p.

Termoenergetica

Construcţia şi experienţa de exploatare a C. T. E. descoperite. Antonov A. I. şi Dick E. P., *„Teploenerghetika"* nr. 1 (1959), pag. 85—87, 2 tabele.

621.311.22—213.3

După 1940 şi îndeosebi din 1952, în SUA se manifestă tendinţa către construcţia total sau parţial descoperită. Din 65 centrale puse în funcţiune în intervalul 1952—1956, numărul de centrale în care s-au executat deschis diferitele părţi sînt: cazanele —31; turbinele —19; ventilatoarele —43; pompele —18; preîncălzitorii de aer —30; separatorii de cenuşă —31.

În condiţiile din S.U.A. avantajele principale ale execuţiei deschise sînt: reducerea investiţiilor şi a duratei construcţiei.

La execuţia semi-acoperită a sălii cazanelor, în exterior, se montează: preîncălzitorii de aer, buncărele de praf şi ventilatoarele. Pentru uşurarea muncii personalului de exploatare, combustia se urmăreşte prin televiziune, iar prin comandă de la distanţă sînt acţionate: arzătoarele, suflătoarele de cenuşă, ventilele.

Pentru prevenirea efectului îngheţării apei în supraîncălzitoarele verticale, în timpul opririi se suflă aer cald de la cazanele vecine sau de la o instalaţie specială de încălzire.

Elementul cel mai important al construcţiei deschise este izolaţia termică, al cărei cost se ridică la circa 5% din investiţia totală. Rezultate foarte bune s-au obţinut cu izolaţia de aluminiu: prefabricate din foi de aluminiu de 0,6—0,7 mm cu straturi succesive de aer de circa 12 mm; rezistă bine la variaţii de temperatură, la vibraţii şi la condiţii meteorologice grele.

Experienţa a arătat că în centralele corect proiectate, nu apar inconveniente tehnice şi că în regiunile calde, personalul de exploatare şi de reparaţie preferă construcţia deschisă.

În completare se dau indicaţii asupra măsurilor de prevenire a îngheţului în conductele de drenaj, de purjare intermitentă, de impuls la manometre şi debitmetre etc., cum şi de protecţie la turbine contra ploii, vîntului etc.

c.d.

Proiectul de extindere şi suprapunere de ciclu la o C. T. E. Zvighinţev V. A. şi Flakserman G. I.: *Teploenerghetika* nr. 11 (1958), pag. 86—89

621.311.22—174.1.001.13

Se descrie schema termică de extindere şi suprapunere de ciclu la o CTE cu parametrii de 29 ata şi 400°C şi trei turbine de 50 MW.

Turbina înaintaşă de tipul SKR-100 va avea parametrii de 300 ata şi 650°C, puterea de 100 MW şi contrapresiunea de 31—34 ata la 420°C. Supraîncălzirea intermediară va fi la 100—90 ata pînă la 565°C.

Extinderea se face cu un bloc cu o turbină de condensaţie de tipul SKK-300, de 300 MW la 300 ata şi 650/565/565 °C. Pentru turbina SKR-100 se instalează un cazan de 700 t/h, iar pentru blocul turbinei SKK-300 un cazan de 850 t/h.

În urma reconstrucţiei centralei se va ajunge la următorii indici tehnico-economici:

— randamentul CTE, netto	38,55%
— idem, brutto	41,55%
— randamentul sălii de maşini, brutto	43,2%
— consumul specific de consum de combustibil pentru energia produsă	0,2957 kg c. c./kWh
— idem, livrată	0,3187 kg c. c./kWh
— randamentul cazanelor, netto	92,3%
— numărul de ore de utilizare	7 000 h/an

g.c.

Mori de cărbune Meyer, E. *BWK*, vol. **10** (1958), nr. 4, pag. 170—172, 3 figuri, 13 referinţe bibliografice.

662.87 : 621.927.4

Sînt descrise pe scurt unele probleme legate de construcţia morilor de cărbune.

— Modificări la tipurile existente: la unele tipuri de mori ventilator prin profilul dat paletelor, se utilizează duritatea prafului de cărbune însuşi pentru măcinare. La alt tip, prin simplificarea constructivă a separatorului de granule se obţin avantajele unei măcinări mai grosolane fără o creştere sensibilă a nearselor. Completarea morilor ventilator cu un rînd de ciocane îmbunătăţeşte sensibil indicii morii.

— Instalaţii suplimentare legate de caracteristicile speciale ale anumitor sorturi de cărbune.

— Tipuri constructive noi uniformizează fluxul de cărbune şi al agentului purtător şi măresc cantitatea de cărbune măcinat.

t.p.

Manipularea cărbunilor. Werkmeister, H. BWK, vol. **10** (1958) nr. 4, pag. 169—170, 1 fig., 18 referinţe bibliografice

662.66 : 622.69

Prin modificarea naturii şi originii cărbunilor energetici se pun noi probleme de depozitare şi utilizare. Apariţia distanţelor mari de transport şi a ritmului inegal de furnizare impun crearea unor depozite mărite de cărbune, cu o capacitate chiar la huilă de minimum 0,5 t/kW. Sînt menţionate metode de depozitare, de transport spre locul de consum şi de amestecare. Se ia în considerare cazul unui număr mare de sorturi de cărbune.

t. p.

Electroenergetica

Asupra marilor deranjamente provocate de chiciură pe liniile de 110 kV din zona Mittersill-Lienz la 12 noiembrie 1958 Krautt W. şi K. Mayer *Ö.Z.E.* vol 11 (1958) nr. 12 p. 529/537, 7 fig.

621.315.1.056.5 (436.2)

În Tirolul de Est în munţii Tauem şi în zona localităţii Lienz au avut loc deranjamente catastrofale datorită chiciurei pe patru linii de 110 kV din regiune. Stricăciunile cele mai importante au apărut pe linia 110 kV Lienz-Reissesk, la care s-au defectat 31 stîlpi dintre care 26 stîlpi de susţinere şi un mare număr de izolatoare, de asemenea şi pe linia 110 kV Lienz-Kalserbach cu 22 stîlpi de susţinere defecţi. Liniile menţionate au fost construite în 1952—53 funcţionînd de atunci în cîteva ierni grele fără deranjamente. Stîlpii metalici sînt pentru simplu circuit fără conductoare de protecţie tip Y (aşa-numiţi forma Lyra), fiind echipaţi cu conductoare de OlAl (1 :6) 240/40 mm², în conformitate cu normele austriece (Önorm E 4 004). Întinderea conductoarelor s-a făcut pentru o sarcină maximă de 9 kg/km². Proiectarea liniilor a fost făcută după prescripţiile ÖVE—L 1/1950 care prevăd o sarcină normală de chiciură de (400 + 200) g pe m adică 0,834 kg/m. Aceşti stîlpi au fost verificaţi şi la solicitările mărite datorită unor sarcini de chiciură de 4 ori mai mari (în conformitate cu ediţia din 1956 noiembrie ÖVE-L) şi au corespuns. Aşa după cum au demonstrat-o cercetările făcute pe teren sarcina de chiciură efectivă a fost de 10—15 kg/m (150 mm ∅ total). În articol se arată patru fotografii ale unor stîlpi avariaţi. Cu toate cercetările care tind să introducă în prescripţii condiţiuni speciale de dimensionare pentru

situații meteorologice și geomorfologice speciale se deduce că este nerațional din punct de vedere economic să se dimensioneze liniile de transport pentru astfel de sarcini catastrofale.

a.r.

Analiza avarierii liniilor electrice de 220 și 110 kV și căile de simplificare a protecției lor prin relee M. A. Bercovici și V. A. Semenov *Electriceschie Stanții* anul **30** (1959) nr. 1, pag. 61—65

621.315.1.027.81 :621.316.925

În urma discuției cu privire la necesitatea și direcțiile posibile de simplificare a protecției prin relee publicată în revista Electriceschie Stanții, autorii prezintă o analiză profundă a cauzelor avarierii liniilor de 110 și 220 kV într-un sistem energetic din U.R.S.S. pe o perioadă de 11 ani (1946—1957), trăgînd concluzii asupra posibilității simplificării protecției.

Se prezintă 316 cazuri de avarii pe liniile de 220 kV și 982 avarii pe liniile de 110 kV, 21 de avarii pe barele de 220 kV și 39 de avarii pe barele stațiilor de 110 kV.

Pentru linii materialul este analizat în tabele cuprinzînd cauzele avariilor (supratensiuni atmosferice, ruperi de conducte, atingeri accidentale ale conductelor, defecte în întreruptoare etc.), felul scurtcircuitului (mono, bi sau trifazic cu sau fără punere la pămînt), tipul protecției care a funcționat, iar pentru linii de 110 kV s-a dat și analiza de tipul stîlpilor (metalici, de lemn sau mixt).

Pentru bare se prezintă de asemenea cauzele și felul scurtcircuitului, dar autorii consideră că nu se pot trage concluzii dintr-un număr atît de mic de cazuri.

Analiza a arătat că la linii de 220 kV cauzele principale ale defectelor sînt supratensiunile atmosferice (66,2%) și conturnările izolației pe timp umed (16,42%) care au condus în general la scurtcircuite monofazice (64% respectiv 14,5%), iar la liniile de 110 kV supratensiunile atmosferice (54,9%) și atingerile accidentale cu macarale, stîngi etc. (11,7%).

Din punct de vedere al protecției s-a constatat că protecțiile prin tăiere rapidă de curent sînt foarte eficace la liniile de 220 kV și sînt justificate și la liniile de 110 kV datorită simplității și acționării corecte.

Ca linii directoare în simplificarea schemelor de protecție autorii recomandă ca la liniile din rețele cu configurații simple să se folosească protecții cu tăiere rapidă de curent, protecție maximală direcțională, protecții diferențiale transversale și în cazuri speciale prin protecție de distanță.

Pentru rețele cu configurație complexă cu multe inele și surse se recomandă folosirea protecției rapide selective cu curenți de înaltă frecvență și protecțiile diferențiale. Aceasta îmbunătățește funcționarea R.A.R. și împiedică trecerea scurtcircuitelor monofazice în scurtcircuite polifazate. Avînd în vedere frecvența redusă a scurtcircuitelor simetrice (1% la 220 kV și 3,5% la 110 kV) se propune renunțarea la protecțiile rapide care să acționeze la scurtcircuite simetrice, ceea ce simplifică mult protecția, elimină necesitatea blocajului împotriva pendulărilor și ușurează folosirea R.A.R. fără controlul sincronismului. De asemenea se propune să se renunțe la un mare număr de protecții de rezervă. Autorii arată că parte din concluzii s-au și aplicat în sistemul energetic în care lucrează și rezultatele sînt bune.

d.m.

Despre cercetările și realizările în domeniul reglajului automat al frecvenței în sistemele intereconectate E. D. Zeilidzon. *Electricestvo* nr. 1 (1959), pag. 29—33

621.311.161.072.6/8

Legat de primele două articole autorul prezintă realizările concrete întreprinse de diversele organizații care se ocupă de reglaj automat în U.R.S.S. și experiențele efectuate în cadrul unei serii de sisteme energetice mai mici. Se înșiră concluziile generale care concordă la toate lucrările efectuate și se indică faptul că multe concluzii sînt foarte diferite sau chiar neclare.

În continuare autorul critică tendința de a da unele aprecieri fără calcul indicînd problemele care trebuie rezolvate neapărat prin calcule și încercări pe viu.

Această tendință autorul o constată și în lucrările lui I. M. Marcovici și V. M. Gornștein, care dau indicații generale, dar sînt foarte rezervați în a da aprecieri calitative.

Analizînd sistemele de reglaj care se aplică acum în sistemele energetice din U.R.S.S., se indică lipsurile acestora și căile pe care le consideră ca cele mai potrivite pentru continuarea lucrărilor.

Se trag următoarele concluzii:

1. Proiectarea sistemelor de reglaj automat al frecvenței și puterii active a sistemelor energetice unificate trebuie efectuată pe baza unei analize multilaterale cu calcule concrete și pe cît posibil cu încercări pe viu.

2. Pe cît posibil trebuie montate regulatoare atît primare cît și secundare în stații cu posibilitate de acționare de la centru.

3. Trebuie folosite din plin mașinile de calcul și schemele analoage.

d.m.

Principiile de bază ale regimurilor de reglaj automat al frecvenței și puterii active în sistemele energetice interconectate și în sistemul energetic unificat. I. M. Marcovici. *Electricestvo* nr. 1, 1959, pag. 18—24

621.311.161.072.6/8(47)

(Articolul împreună cu încă două articole se publică pentru discuție).

Autorul dă aprecieri inițiale în legătură cu problemele de bază care apar la reglajul automat al regimurilor de funcționare a sistemelor interconectate și a sistemelor unificate. După ce se enumeră funcțiile pe care trebuie să le îndeplinească reglajul automat (menținerea frecvenței în limite satisfăcătoare, menținerea circulației de puteri în limitele cele mai economice, variația puterilor debitate de centralele sistemului etc.) se enunță sistemele de reglaj cu indicarea avantajelor și dezavantajelor respective. Se prezintă regulatoarele primare, limitele de reglaj asigurate prin aceste regulatoare, arătîndu-se că ele nu pot face față cerințelor, reglajul secundar și în fine reglajul economic numit și terțiar care trebuie să asigure repartiția economică în cadrul sistemelor interconectate și a sistemului unificat.

Se indică unul din tipurile de regulatoare economice și anume cel elaborat în anul 1946—1947 la Institutul de Energetică al Academiei de științe a U.R.S.S. numit R.A.N. Se recomandă ca la sistemele interconectate să se folosească reglajul divizat pe două funcții distincte: reglajul intern al sistemului analog unui reglaj economic în sisteme neinterconectate și reglajul dintre sisteme, pentru asigurarea repartiției economice a sarcinilor între sisteme.

În continuare se prezintă reglajul economic al centralelor hidroelectrice în funcție de regimul apelor și se indică necesitatea folosirii mașinilor de calculat în stabilirea regimurilor în funcție de prognozele meteorologice pentru stabilirea sarcinii optime.

În cadrul articolului autorul analizează și indicațiile din „instrucțiunile pentru alegerea regimurilor optime ale centralelor hidroelectrice și termoelectrice interconectate, arătînd ca o lipsă faptul că se indică două metode (a economiilor specifice și a creșterilor relative) care în fond se reduc la aceleași condiții.

d.m.

Hidroenergetica

Considerații economice referitoare la construcțiile hidroenergetice. Košut M. *Vodni Hospodarstvi*, vol. **9** (1959) nr. 2,73—76 (Cehoslovacia)

621.311.21.003.1

Din analiza costului mai multor CHE s-au putut stabili formule analitice pentru determinarea prețului de cost al barajelor și aducțiunilor. Formula propusă pentru baraje este:

$$y = A\ V^n$$

unde:

y este costul total,

V — volumul barajului,

A și n — coeficienți.

Relaţia este similară şi pentru determinarea costului proiectării şi studiilor. Se dau valorile A şi n pentru baraje de beton, pămînt şi anrocamente. Pentru galerii de aducţiune se poate stabili o relaţie similară, A şi n fiind funcţie de presiune şi rocă, y fiind costul pe metru linear — ; D, diametrul galeriei şi k, un coeficient funcţie de lungimea totală a galeriei:

$$y = k\ A\ D^n$$

Articolul prezintă nomograme ale relaţiilor.

a. f.

Compunerea şi execuţia construcţiilor hidroenergetice. V. A. Sokolov. *Energheticeskoe Stroitelstvo SSSR za 40 let. Gosenergeoizdat M. L.* 1958, pag. 78 şi 88

627.4/8.001.14

Principiile de compunere a nodurilor hidrotehnice în U. R. S. S. sînt:

— încadrarea în planurile de amenajare integrală a rîurilor astfel încît executarea unei trepte să nu impună alegerea unor soluţii neraţionale pentru celelalte trepte;

— împărţirea rîului în trepte se face astfel încît resursele sale de energie să fie utilizate la maxim şi să asigure o regularizare optimă a debitelor;

— volumul de lucrări, în special al celor de beton, să fie minim;

— provocarea celor mai mici daune prin inundaţii;

— utilizarea în cea mai mare parte a materialelor de construcţie locală, a mijloacelor de transport existente şi a posibilităţilor de alimentare cu energie electrică existente.

a. f.

Uzina hidroelectrică Kuibîşev N. V. Razin. *Energheticeskoe Stroitelstvo U. R. S. S. za 40 let. Gosenergoizdat M. L.* 1958, pp 343—355

621.311.21(478.02)

Uzina hidroelectrică Kuibîşev de pe Volga amenajează cursul rîului între cotele 53 şi 29 m. d. M.

În compunerea podului hidrotehnic de la Kuibîşev intră:

— barajul de pămînt de 3 km lungime şi 45 m înălţime maximă, cuprinzînd 30 hm³ terasamente;

— barajul de beton de 1 km lungime avînd 38 deschideri calculate pentru evacuarea unui debit de 55 000 m³/s

— centrala hidroelectrică cu o putere instalată de 2 100 MW şi o producţie anuală de 11,4 G W h;

— ecluzele duble şi amenajările pentru navigaţie.

a. f.

Energetica nucleară

CAE — Hunterston. Progresul lucrărilor în primele 9 luni. *Electr. Rev.* vol. *163* (1958) nr. 6, p. 77—79.

621.311.25:621.384.6(42)

La 9 luni de la deschiderea şantierului se lucra la fundaţiile celui de-al doilea reactor, după ce în 5,5 luni se montase macaraua principală cu o înălţime şi o deschidere de cîte 60 m, pentru greutăţi pînă la 300 t şi chiar 350 t. Recipienţii sub presiune pentru reactoare au peste 21 m diametru şi se construiesc sudaţi din tablă de 76 mm grosime.

Centrala cu o putere de 2320 MW urmează a fi terminată în 1963, primul reactor urmînd a deveni critic în 1961, iar cel de-al doilea un an mai tîrziu. Împreună cu CAE Chapel Cross, centrala Hunterston va acoperi 25% din consumul Scoţiei de Sud, ambele urmînd a lucra mai tîrziu interconectate cu o centrală nouă de pompaj de 400 MW.

i.s.

Problemele fizice şi inginereşti ale construcţiei dispozitivelor de protecţie de gabarit mic. V. I. Kuhtevici, S. G. Ţipin. *Atomnaia Energhia*, tom *5* (1958) oct., p. 339—402.

621.384.6 : 621.311.25.048.81

În acest articol sînt trecute în revistă problemele proiectării dispozitivelor de protecţie de gabarit mic ale reactorilor nucleari, destinaţi mijloacelor de transport. Sînt discutate problemele fizice care apar la proiectarea dispozitivelor de protecţie de gabarit mic (radiaţiile reactorului nuclear, trecerea razelor γ şi a neutronilor prin stratul de protecţie, formarea şi trecerea razelor γ de captare, dispozitivul de protecţie cu umbră şi problemele inginereşti (compoziţia dispozitivului de protecţie, alegerea materialelor, cel mai raţional mod de aşezare a straturilor cu dispozitivul de protecţie).

d.p.

RECENZII

Uzine hidroelectrice rurale de construcţie locală. *Gosudarstvennoe Energheticeskoe Izdatelstvo.* Moscova-Leningrad 1958.

621.311.21 : 627.82(47)

Uzinele hidroelectrice mari, conectate la sistemele mari energetice, debitează prin liniile de înaltă tensiune pentru alimentarea cu energie a centrelor mari industriale. Electrificarea rurală se realizează prin construcţia unor uzine hidro- sau termo-electrice, care alimentează grupuri de colhozuri şi sovhozuri mai apropiate fără a fi conectate la marile reţele energetice. Totuşi, construcţia unor asemenea uzine este relativ costisitoare şi cere eforturi mari din partea gospodăriilor agricole interesate.

Din acest motiv se utilizează pe o scară largă în U.R.S.S. microhidrocentralele, de putere mică şi de construcţie simplă, a căror realizare este posibilă cu mijloacele tehnice existente în colhozuri. În afară de generator, majoritatea elementelor unor asemenea uzine sînt prevăzute din lemn.

Lucrarea lui M. I. Şalda dă indicaţii practice pentru execuţia unor asemenea uzine, bazîndu-se pe experienţa acumulată de un colectiv în realizarea diferitelor uzine hidroelectrice rurale în regiunile Perm, Celiabinsk şi Saratov.

În partea introductivă a lucrării se încadrează centrala în ansamblul uzinei şi se dau indicaţii asupra alcătuirii secţiunii tip a centralei. Trebuie menţionat că atît barajul cît şi uvrajele de aducere a apei nu fac obiectul preocupărilor autorului.

În capitolul I se prezintă în mod foarte succint date asupra determinării debitului şi puterii centralei.

Capitolul următor se ocupă în mod detaliat de operaţiile de execuţie ale turbinei, prezentînd ca exemplu cele ale unei turbine de 6 CP, 300 l/s, 2,0 m cădere. În primul rînd el arată modul de execuţie al axului şi blocului turbinei (rotor şi palete), prezentînd instalaţia de strunjire cu lemn a cărei realizare este deosebit de simplă. În continuare se prezintă operaţiile de trasare a paletelor, de formare a şablonului şi de prelucrare a rotorului. În sfîrşit, ultima parte se ocupă de problemele de montaj al turbinei.

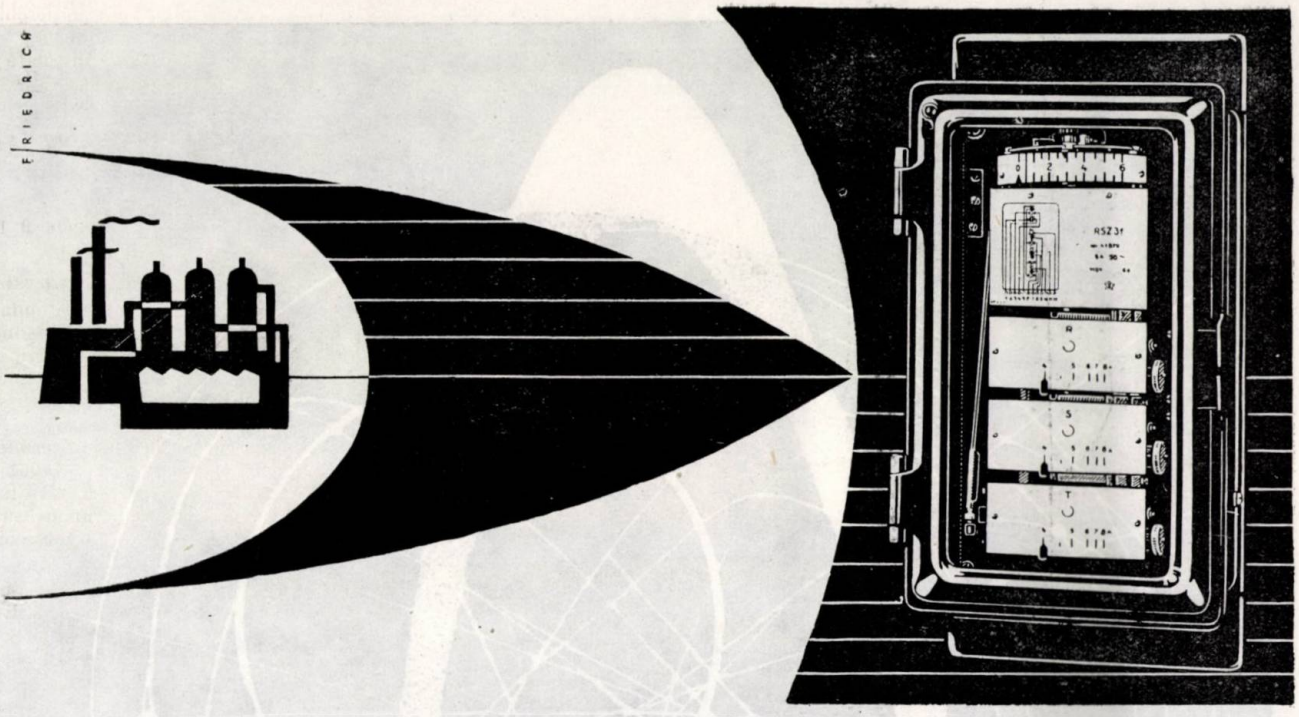
Tratînd în capitolul III execuţia camerei turbinei, autorul trece mai rapid asupra tubului de admisie (preconizat din doage de lemn cu cercuri metalice), insistînd în continuare mai mult asupra statorului şi aspiratorului. Capitolul IV prezintă în mod succint problemele paletelor directoare, care se execută din tablă de $1 \div 2$ mm grosime.

Ultimul capitol al lucrării prezintă problemele de exploatare şi întreţinere a centralei.

Lucrarea lui M. I. Şalda conţine şi o serie de anexe care servesc la dimensionarea turbinelor centralelor rurale. Domeniile acoperite de turbinele prezentate sînt: $P_i = 0{,}64 \div 132$ kW, $Q = 20 \div 3\,000$ l/s; $H = 2{,}5 \div 6{,}00$ m.

Fără a prezenta teorii noi asupra dimensionării centralelor, lucrarea este interesantă prin detaliile de execuţie pe care le prezintă. Mijloacele extrem de simple preconizate fac ca ele să poată fi utilizate şi în R.P.R. la microcentrale rurale.

Ing. **A. Filotti**



Convingeţi-vă, prin vizita Dvs. — de calitatea aparatelor noastre electrotehnice, care şi pentru ridicarea nivelului tehnic al întreprinderii Dvs. pot fi hotărîtoare.

LA EXPOZIŢIA DE MOSTRE A R. D. G. DIN BUCUREŞTI, DE LA 2 LA 15 VIII 1959
PREZENTĂM:

Întreruptoare de putere de la 100 A pînă la 3000 A.
cu declanşator rapid şi cu bimetal
cu declanşatoare de curent de lucru şi tensiune minimă.

Relee de distanţă RD7+

Relee de supraintensitate cu acţiune independentă RSZ2f
pentru curent continuu şi alternativ.

Relee de timp cu temporizare redusă RZk
cu acţionare şi revenire temporizată
pentru curent continuu şi alternativ.

Relee de timp cu temporizare fină RZf
pentru curent continuu şi alternativ.

Relee wattmetrice de punere la pămînt RER.

In afară de acestea, vă informăm pentru:

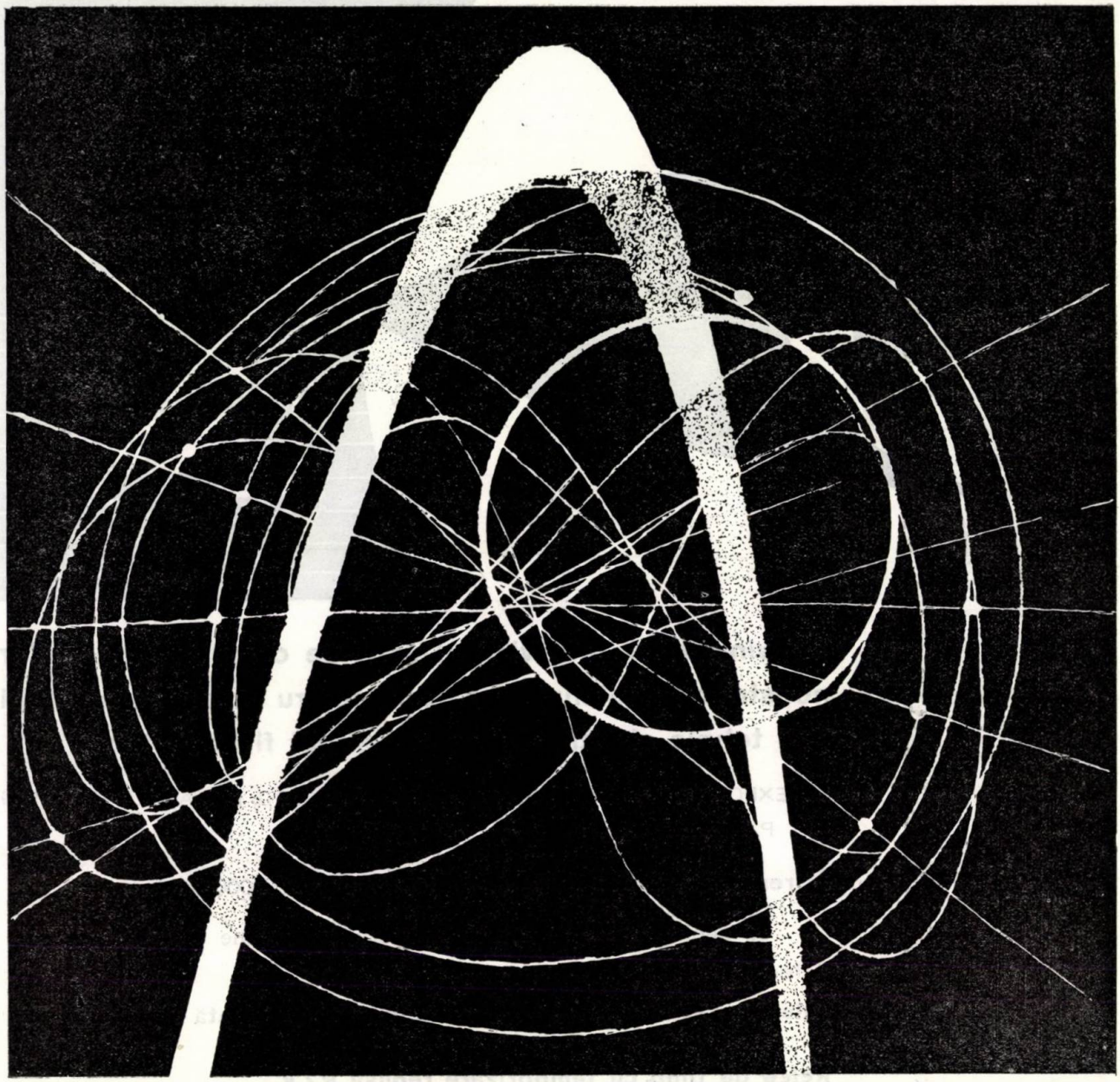
Instalaţii de distribuţie capsulate.
Intreruptoare cu ulei acţionate la distanţă pentru protecţia motoarelor.
Dispozitive de protecţie directă şi inversă.
Întreruptoare cu acţiune rapidă.
Întreruptoare de putere pentru protecţie.

APARATE DE MĂSURĂ — CONTOARE — REDRESOARE

Prospecte mai detaliate punem la dispoziţie gratuit.

VEB ELEKTRO-APPARATE-WERKE

BERLIN-TREPTOW-HOFFMANNSTR., 15-26



UN LOC UNDE SE VOR LEGA NOI PRIETENII
ÎNTRE CONSUMATORII ŞI PRODUCĂTORII DIN
CELE CINCI CONTINENTE

TÎRGUL INTERNAŢIONAL DE MOSTRE BRNO — CEHOSLOVACIA

6 – 20 SEPTEMBRIE 1959

SUPRAFAŢA TOTALĂ A PARCULUI EXPOZIŢIEI: 520 000 m²

SUPRAFAŢA PAVILIOANELOR ACOPERITE: 65 000 m²

CIRCA 2 000 000 DE VIZITATORI

EXPOZANŢI DIN ÎNTREAGA LUME PREZINTĂ:
PRODUSE ALE INDUSTRIEI DE MAŞINI ŞI ALE INDUSTRIEI METALURGICE

MATERII PRIME ŞI SEMIFABRICATE, PRECUM ŞI PRODUSE DE LARG CONSUM ALE INDUSTRIEI CONSTRUCTOARE DE MAŞINI

BRNO 1959

СОДЕРЖАНИЕ

62:061.25.051:338(R)02

***: **Десятилетняя деятельность АСИТ в деле строительства социализма**

Energetica **VII** (1959) **№** 7, стр. 273

621.311.004.2

Podaşcă Gh.: **Обмен опытом в области электроэнергии**

Energetica **VII** (1959) **№** 7, стр. 276

621.548 : 621.311.24(498)

Bernfeld D.: **Использование ветряной энергии в РНР**

Подвергается рассмотрению ветряной потенциал страны и в связи с этим — возможности использования ветряной энергии. При этом рекомендуется положить начало осуществлению некоторых ветряных установок для выкачивания воды, в случаях, где не имеется в наличии других местных энергетических источников, а также и там, где питание от электрической сети энергосистемы не является экономичным. Рассматриваются проведенные работы и исследования в связи с вопросом применения ветряной энергии в Румынии.

Energetica **VII** (1959) **№** 7, стр 278

536.6.081 : 662.614

Vlădea I.: **Внедрение новых измерительных единиц в термотехнике**

В статье рассматриваются практические возможности внедрения в термотехнику и в смежные области новых измерительных единиц, соответствующих системе МКСА °К, принятой международными энергетическими конгрессами, а также и последствия применения данной системы на выражение термотехнических величин в новых единицах.

Energetica **VII** (1959) **№** 7, **стр** 285

662.951.2 : 66/69

Veress Z.: **Промышленные горелки**

После краткого анализа промышленного газового пламени, печей и соответствующих горелок, с целью достижения экономии в расходе газа метана автор дает классификацию и описывает различные конструкции промышленных горелок для их наиболее рационального использования, в зависимости от их конструктивной характеристики. Работа проведена с целью обеспечения оптимальных условий эксплуатации, причем создается гармоничный комплекс между основными параметрами, количеством тепла, длиной, температурой и объемом пламени, температурой и объемом топки и пр.

Energetica **VII** (1959) **№** 7, стр. 288

551.594.221 : 621.316.98.024.2

Drăgan G.: **О параметрах создаваемого молнией электрического тока. Анализ измерительных методов и достигнутых ими результатов**

Анализируются результаты, полученные различными исследователями на основе измерений параметров, порождаемых молнией токов. После того как подчеркивается, что различие между результатами является в первую очередь последствием применения разных измерительных методов, отмечается необходимость разработки единых методов, что поведет к возможности сравнения и обобщения результатов касающихся данных параметров. В заключение вносятся предложения относительно параметров вызываемого молнией тока для Румынии.

Energetica **VII** (1959) **№** 7, стр. 295

620.9(497.2)

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Pănoiu N.: **Энергетика Народной Республики Болгария**

Energetica **VII** (1959) **№** 7, стр. 304

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ● ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АСИТ ХРОНИКА ● ДОКУМЕНТАЦИЯ ● РЕЦЕНЗИИ

INHALTSVERZEICHNIS

62: 061.25.051:338(R)02

***: **Zehn Jahre ASIT-T Tätigkeit im Dienste dues socialistischen Aufbaues**

Energetica **VII** (1959), H. 7, S. 273

621.311.004.2

Podaşcă Gh.: **Erfahrungsaustausch auf dem Gebiete der elektrischen Energie**

Energetica **VII** (1959), H. 7, S. 276

621.548 : 621.311.24(498)

Bernfeld D.: **Die Ausnützung der Windkraft in der Rumänischen Volksrepublik**

Es wird das W n Potential des Landes geprüft und, in Verbindung damit, die Anwendungsmöglichkeiten der Windkraft. Der Verfasser empfiehlt anfänglich die Ausführung von Windkraftanlagen für die Wasserhebung zu benützen und zwar dort wo andere örtliche Energiequellen fehlen und die Versorgung vom örtlichen elektrischen Stromnetz unwirtschaftlich ist. Es sind weiters die Studien und Untersuchungen an die, bis jetzt, bei uns in den Gebrauch der Windkraft unternommen wurden, angeführt.

Energetica **VII** (1959), H. 7, S. 278

536.6.081 : 662.614

Vlădea I.: **Einführung der neuen Messeinheiten in der Thermotechnik**

Es wird die praktische und vollständige Möglichkeit zur Einführung in die Thermotehnik und in den verwandten Gebieten der neuen Messeinheiten behandelt, die sich ergeben haben aus der Anwendung des von den internationalen Energie-Kongressen angenommenen M K S A °K — System, so wie auch die Folgen dieser Anwendung in den neuen Messeinheiten auf die Bezeichnung der thermodynamischen Grössen.

Energetica **VII** (1959), H. 7, S. 285

662.951.2 : 66/69

Veress Z.: **Industrialbrenner**

Nach einer kurzen Analyse der Gasindustrieflamme, der Öfen und der entsprechenden Brenner zwecks Einsparung bei dem Verbrauch von Methangas, klassiffiziert der Verfasser und beschreibt verschiedene Industriebrenner, mit Rücksicht auf einen rationellen Gebrauch, gemäss ihrer Bauart, welche die bestmöglichsten Betriebsbedingungen schaffen sollen, um einen harmonischen Komplex zwischen die Grundparameter, Hitzequantum, Länge, Temperatur und Volumen der Flamme, so wohl als auch Temperatur und Grösse des Brennpunktes, bilden zu können.

Energetica **VII** (1959), H. 7, S. 288

551.594.221: 621.316.98.024.2

Drăgan G.: **Über die Blitzstromparameter. Die Analysierung der Messarten und der durch diese Methoden gezeitigten Ergebnisse**

Der Verfasser analysiert die erhaltenen Ergebnisse verschiedener Forscher auf Grund von Messungen bezüglich Blitzstromparameter. Nachdem darauf hingewiesen wird dass die Unterschiede der Ergebnisse in erster Reihe eine Folge von verschiedenen Messmethoden sind, betont der Verfasser über die Notwendigkeit der Feststellung einer einheitlichen Methode, welche Vergleichen und Verallgemeinerung der Ergebnisse in Bezug auf diese Parameter ermöglichen werden. Am Ende des Artikels werden Vorschläge über die Blitzstromparameter für unser Land gemacht.

Energetica **VII** (1959), H. 7, S. 295

620.9(497.2)

DIE ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLANDE

Pănoiu N.: **Die Energiewirtschaft der Volksrepublik Bulgarien.**

Energetica **VII** (1959) H. 7, S. 304

NACHRICHTEN AUS DEN UNTERNEHMUNGEN ● DIE TÄTIGKEIT DES A.S.I.T ● NACHRICHTEN ● DOKUMENTIERUNG ● BÜCHER

SOMMAIRE

62:061.25.051:338 (R) 02

***** : Dix années d'activité de l'ASIT au service de la construction du socialisme**

Energetica **VII** (1959) No. 7, p. 273

621.311.004.2

Podaşcă Gh. : **Echanges d'expériences dans le domaine de l'énergie électrique**

Energetica **VII** (1959) No. 7, p. 276

621.548 : 621.311.24(498)

Bernfeld D. : **L'utilisation de l'énergie éolienne dans la République Populaire Roumaine**

L'auteur examine le potentiel éolien du pays, en même temps que les possibilités d'utiliser l'énergie éolienne. Il recommande de commencer par l'installation de pompes à eau, dans les régions dépourvues d'autres sources d'énergie locales, où il est impossible de recourrir d'une manière économique au réseau du système d'énergie électrique. Pour finir, l'auteur passe en revue les études et les recherches effectuées dans notre pays en ce qui concerne la question de l'utilisation de l'énergie éolienne.

Energetica **VII** (1959) No. 7, p. 278

536.6.081 : 662.614

Vlădea I. : **Introduction de nouvelles unités de mesure dans la thermotechnique**

Il est question dans cet article des modalités pratiques d'introduire, d'une manière complète, dans la thermotechnique et dans les domaines voisins, les nouvelles unités résultant de l'application du système M.K.S.A.°K, adopté par les congrès internationaux d'énergie, ainsi que des conséquences de cette application en ce qui concerne l'expression des grandeurs thermotechniques par de nouvelles unités de mesure.

Energetica **VII** (1959), No. 7, p. 285

662.951.2 : 66/69

Veress Z. : **Les brûleurs industriels**

Après avoir analysé brièvement la flamme industrielle du gaz, les foyers et les brûleurs adéquats, en vue de réaliser des économies de gaz méthane, l'auteur passe à la classification et à la description des différents types de brûleurs industriels, afin d'arriver à une utilisation plus rationelle de ces derniers, en fonction de leurs caractéristiques de construction, en leur assurant les meilleures conditions d'exploitation et en établissant un complexe harmonieux entre les paramètres de base, la quantité de chaleur, la longueur, la température et le volume de la flamme, ainsi que la température et le volume du foyer.

Energetica **VII** (1959), No. 7, p. 288

551.594.221.621.316.98.024.2

Drăgan G. : **Des paramètres du courant provenant des décharges électriques**

Il s'agit d'une analyse des méthodes de mesurage et des résultas obtenus par ces méthodes. L'article relève les résultats obtenus par différents chercheurs, en ce qui concerne les paramètres des courants des décharges électriques, en tenant compte des mesures effectuées. Après avoir souligné que les différences de résultats sont dues en premier lieu aux différentes méthodes de mesurage employées, l'auteur insiste sur la nécessité d'établir une méthode unique, ce qui permettra de comparer et de généraliser les résultats concernant ces paramètres. L'article se termine par certaines propsitions ayant pour objet les paramètres du courant des décharges électriques dans notre pays.

Energetica **VII** (1959) No. 7, p. 295

620.9(497.2)

L'ENERGIE ELECTRIQUE A L'ETRANGER.

Pănoiu N. : **L'énergie électrique dans la République Populaire de Bulgarie**

Energetica **VII** (1959), No. 7, p. 304

NOUVELLES CONCERNANT NOS ENTREPRISES● L'ACTIVITE DE L'A.S.I.T. ● CHRONIQUE ● DOCUMENTATION COMTES-RENDUS

CONTENTS

62:061.25.051:338(R)02

***** : Tem years of ASIT activity devoted to building-up socialism**

Energetica **VII** (1959) Nr. 7, p. 273

621.311.004.2

Podaşcă Gh. : **Experience exchange in the field of electric power**

Energetica **VII** (1959) Nr. 7, p. 276

621.548 : 621.311.24(498)

Bernfeld D. : **Wind power utilisation in the Rumanian People's Republic**

The author examines the wind potential of the country and at the same time the possibilities of wind power utilisation. He is of the opinion that we must begin with the construction of wind water-raising equipments, in places having no other local sources of energy, where the power supply cannot be made economically from the electric network of the local energetical system. Then he reviews the surveys and researches made in our country concerning the wind power utilisation.

Energetica **VII** (1959) Nr. 7, p. 278

536.6.081 : 662.614

Vlădea I. : **Introduction of new units of measure in thermotechnics**

The article deals with the practical and complete modalities as to the introduction of new units in thermotechnics and in related areas resulted from the application of the M K S°K — system, established by international energetics congresses, as well as the consequences of that application concerning the expressing of thermotechnical quantity in these new units of measure.

Energetica **VII** (1959) Nr. 7, p. 285

662.951.2 : 66/69

Veress Z. : **Industrial burners**

After a short analysis of the industrial gas flam, furnaces and the adequate burners realising important economies of methan gas, the author makes a classification and a description of the various types of industrial burners with the view to obtain the most rational utilisation of these engines, according to their construction characteristics, in order to ensure the best working conditions, realising a harmonic complex between base parameters, quantity of heat, length, temperature and volume of the flame, as well as temperature and volume of the focus.

Energetica **VII** (1959), Nr. 7, p. 288

551.594.221 : 621.316.98.024.2

Drăgan G. : **On the parameters of thunderbolt currents**

The author describes the measurement methods and the results obtained thereby. He analyses also the results obtained by various scientific researchers concerning the parameters of thunderbolt currents on basis of measurements. Emphasizing that differences between the results are due firstly to the different methods of measurement, he insists on the necessity to establish unique methods, in order to be able to compare and to generalize the results regarding these parameters. Finally the article contains some proposals for our country concerning the parameters of thunderbolt currents.

Energetica **VII** (1959), Nr. 7, p. 295

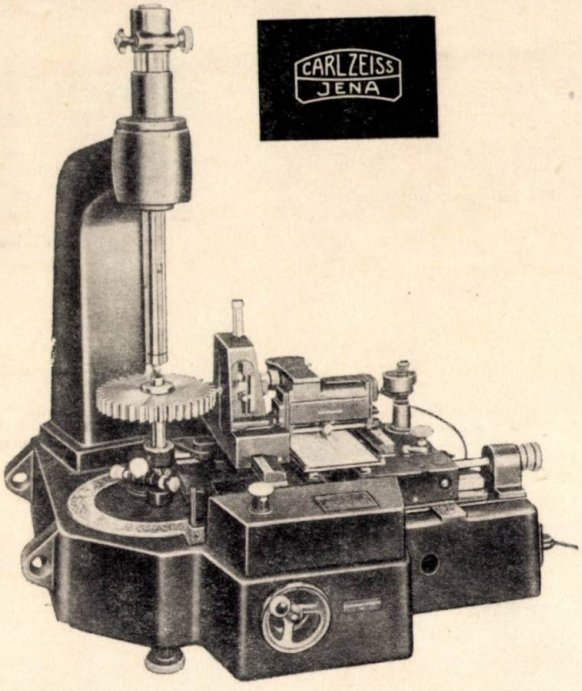
620.9(497.2)

ELECTRIC POWER ABROAD

Pănoiu N. : **Electric power in the People's Republic of Bulgaria**

Energetica **VII** (1959), Nr. 7, p. 304

NEWS FROM OUR ENTERPRISES● THE A.S.I.T. ACTIVITI●CHRONICLE●DOCUMENTATION●BOOK REVIEWS



CARL ZEISS JENA

Verificarea roților dințate cu ajutorul unor aparate de măsură de precizie

Aparat de verificat evolvente pentru măsurarea diametrului cercului de bază și a profilului dintelui cerc de bază continuu reglabil
aparat electric înregistrator scala : 1 μ

● Simbol : 24—360—1

Aparat de verificat roți dințate pentru măsurarea grosimii și pasului dinților, lărgimii golurilor între punctele de atingere a dinților și cercului de bază și a relației scala : 1 μ

● Simbol : 24—365—1

Aparat de măsură a rotației măsoară rapid și sigur defecte de contur la roți conice, frontale și elicoidale cu și fără deplasarea profilului

● Simbol : 24—381—1

VIZITAȚI TÎRGUL DE TOAMNĂ DELA LEIPZIG
30 august — 6 septembrie 1959

VEB Carl Zeiss JENA

Cereți în librării

LEXICONUL TEHNIC ROMÎN

Vol I. **literele A — Ap,**
548 pagini, Lei 115

Vol. II. **literele Ar — Bk,**
540 pagini, Lei 115

Vol. III. **literele Bl — Cau,**
592 pagini, Lei 115

Vol. IV. **literele Cav — Cola,**
572 pagini, Lei 115

Sub tipar se află
Vol. V. **literele Colb — Cy,**
aproximativ 660 pagini, Lei 115.

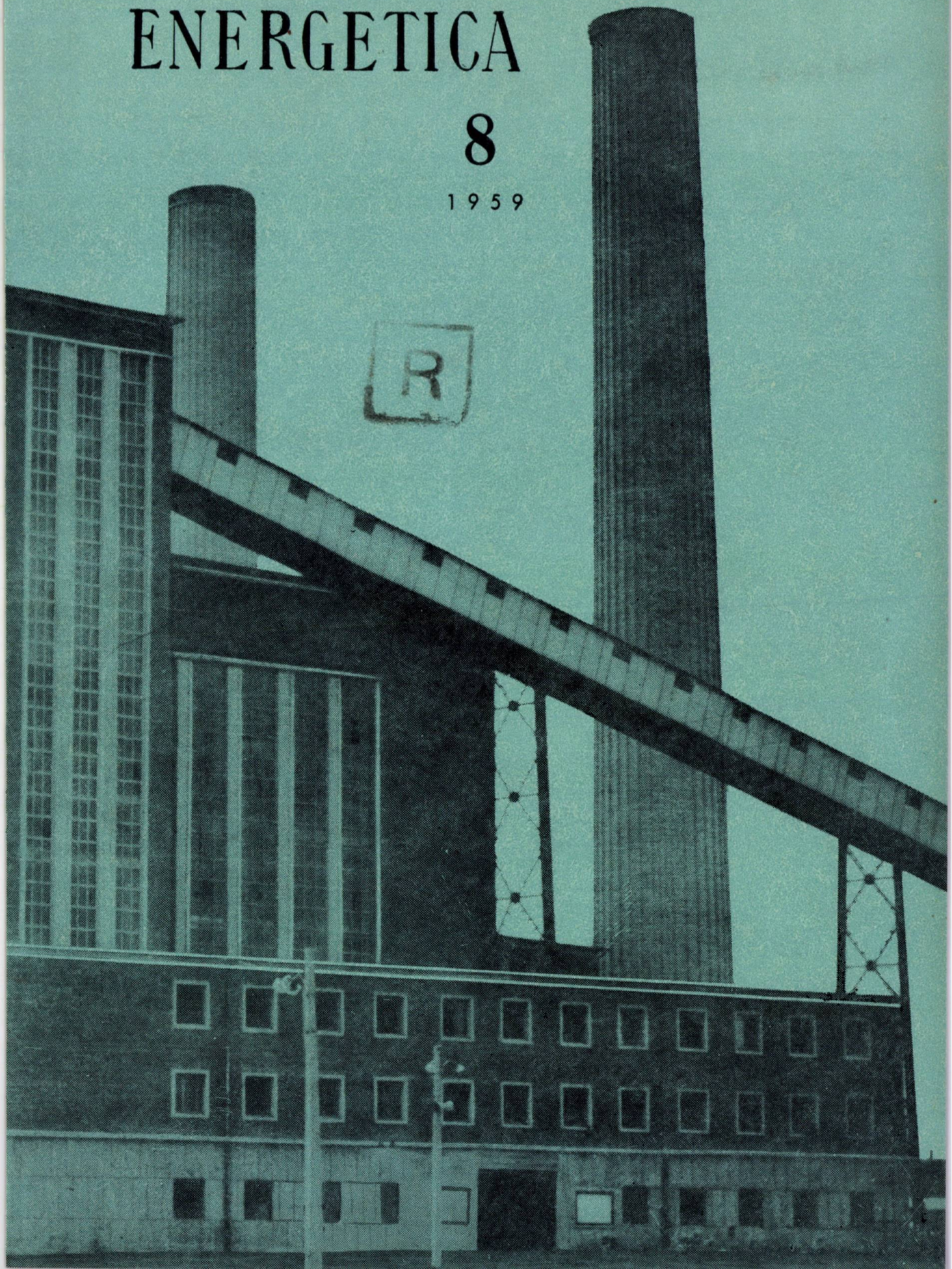
E 2039

REFERALVA

ENERGETICA

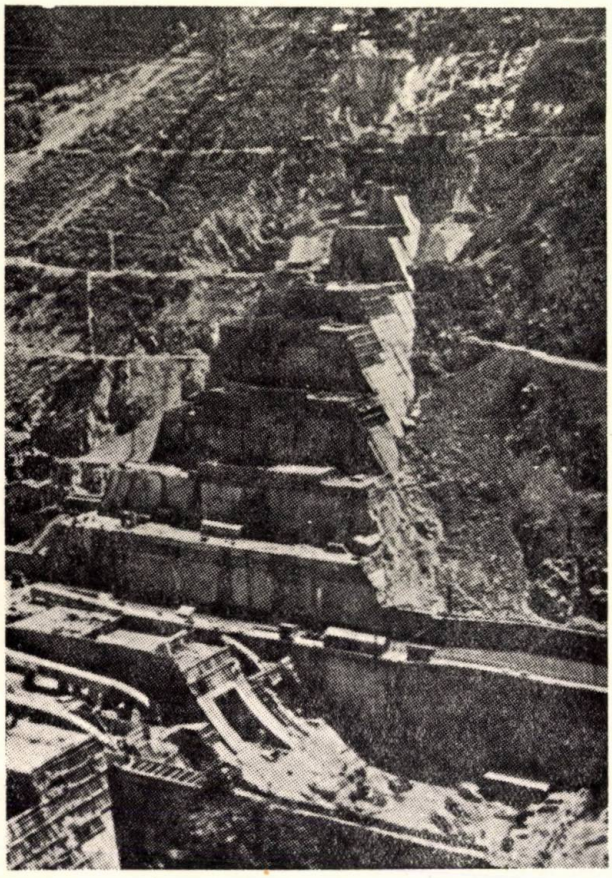
8

1959

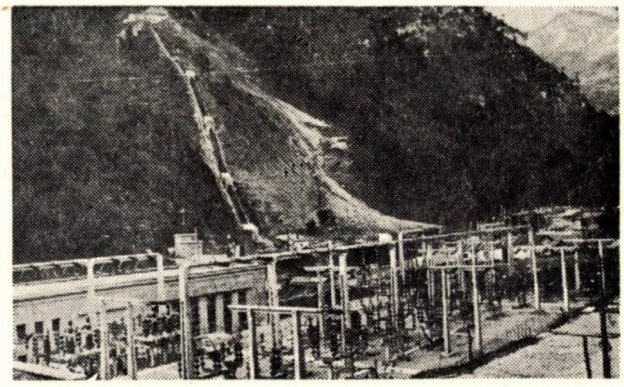


R

Contribuţia Institutului de studii şi proiectări energetice la realizarea electrificării ţării noastre

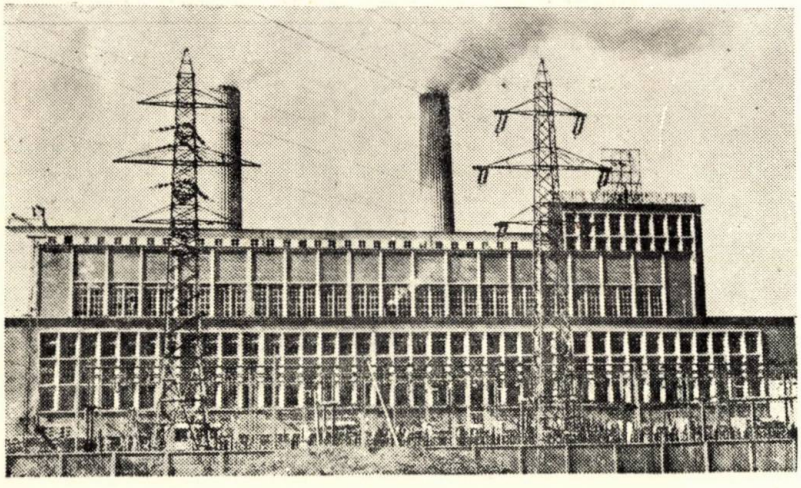


Şantierul de construcţie a barajului uzinei hidroelectrice „V. I. Lenin" — Bicaz. Versantul stîng.



Centrala hidroelectrică Moroeni şi staţia de 110 kV.

Şantierul de construcţie a hidrocentralei „V. I. Lenin" — Bicaz.



Centrala termoelectrică Gh. Gheorghiu-Dej Doicesti.

ENERGETICA

ANUL VII Nr. 8 AUGUST 1959

SUMAR

„1944.08.23"

* * * **23 August 1959:**

Energetica, VII (1959), nr. 8, p. 321

621.311.1(498)

Gheorghiu N.: **15 ani de realizări pe drumul electrificării țării noastre**

Energetica, VII (1959), nr. 8, p. 323

621.311.1.001.1(498)

Armencoiu N.: **Contribuția Institutului de studii și proiectări energetice la realizarea electrificării țării noastre**

Energetica, VII (1959), nr. 8, p. 330

621.311.1.002(498)

Vlad A. și *Alexandrescu V.*: **Contribuția sectorului de construcții și montaje energetice la electrificarea patriei noastre**

Energetica, VII (1959), nr. 8, p. 346

621.311.22

Munteanu I.: **Centrala termoelectrică „Steaua Roșie", realizare de seamă a planului nostru de electrificare**

Energetica, VII (1959), nr. 8, p. 356

621.311.1.004.67

Ghitta A.: **Aspecte din activitatea întreprinderii „Energo-Reparații"**

Energetica, VII (1959), nr. 8, p. 363

621.311.1.001.4/5

Săndulescu S.: **Despre activitatea Sectorului Raționalizări Energetice de pe lîngă întreprinderea „Energo-Reparații"**

Energetica, VII (1959), nr. 8, p. 366

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. ing. **I. D. STĂNCESCU**, redactor responsabil, conf. ing. **MIHAILEANU**, redactor responsabil adjunct, conf. ing. **I. A. B DEA**, prof. ing. **M. BERCOVICI**, membru corespondent ai Ac demiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, ing. **M. COGĂLN CEANU**, conf. ing. **E. CONSTANTINESCU**, ing. **P. DIMO**, laure al Premiului de Stat, prof. ing. **C. DINCULESCU**, membru cor pondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. HERESCU**, conf. ing. **MOLDOVEANU**, prof. ing. **C. PENESCU**, ing. **T. POPA**, ing. **SĂNDULESCU** și ing. **P. VICOL**

Revista „**ENERGETICA**", organ al Asociației Științifice a ginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Indus Grele. Redacția : București, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor dimirescu, Telefon 16.78.78 — Administrația și Casieria : Bucur Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon 14.06.2 Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primes administrația revistei, la sediul filialelor și subfilialelor A.S din întreaga țară și prin responsabilii cu presa din cerc A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru bibli și cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Publica Tehnice A.S.I.T. 070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin — Bucu — Tarif pentru întreprinderi : lei 100 anual. — Tarif pentru citori, tehnicieni și ingineri : lei 30 anual — Prețul unui e plar : lei 5— Tiparul : Întreprinderea Poligrafică Nr. 2, Bucu

ENERGETICA

ANUL VII
1959
Nr. 8
AUGUST

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

23 AUGUST 1959

Oamenii muncii din Republica Populară Romînă întîmpină cu entuziasm a 15-a aniversare a eliberării țării noastre de sub jugul fascist.

Victoria insurecției armate la 23 August 1944 a deschis o eră nouă în istoria țării noastre. Acest eveniment istoric a fost rodul luptei îndelungate a poporului nostru împotriva exploatării sociale, care s-a împletit cu lupta împotriva cotropitorilor străini, împotriva fascismului. În condițiile favorabile create de înaintarea armatei sovietice pe frontul din Moldova, Partidul Comunist Romîn a știut să mobilizeze masele și să le conducă spre victorie. Împotrivirea burgheziei și a moșierimii, încercările lor de a sabota revoluția populară au fost rînd pe rînd înfrînte și întreaga putere în stat a fost cucerită de către proletariat, în strînsă alianță cu țărănimea muncitoare.

Astfel, au fost asigurate, pentru prima dată în istoria țării noastre, suveranitatea și independența deplină, creîndu-se condițiile pentru o economie înfloritoare, baza materială a ridicării continue a nivelului de trai al întregului popor.

Proclamarea în decembrie 1947 a Republicii Populare Romîne a dat posibilitate poporului romîn ca sub conducerea partidului să înlăture dominația economică a burgheziei prin naționalizarea principalelor mijloace de producție, să formeze un puternic sector socialist în economie și să creeze condițiile pentru dezvoltarea planificată a economiei naționale. Trebuiau înfrînte greutățile obiective existente, lichidată înapoierea economică și distrugerile pricinuite de război, trebuia înlăturată repartizarea nerațională a forțelor de producție pe teritoriul țării. La toate acestea se adăugau și greutăți de ordin subiectiv, cum ar fi insuficienta pregătire tehnică a muncitorilor, numărul redus de cadre tehnice și muncitorești etc.

Economia națională avea un caracter semicolonial, care rezultă evident din balanța schimburilor comerciale : în 1938, materiile prime (petrol, cereale, lemn) reprezentau 91,6% din întregul export, iar produsele finite (mașini-unelte, seule, chiar produse textile și încălțăminte) reprezentau 75% din întregul import.

Industrializarea socialistă a țării noastre, care se realizează pe baza învățăturii marxist-leniniste, potrivit căreia industria grea — cu pivotul său industria constructoare de mașini — constituie premisa dezvoltării întregii economii naționale, asigură independența politică și economică a țării, constituie baza pentru transformarea socialistă a agriculturii. Specificul industrializării socialiste a R.P.R. constă în faptul că acest proces se desfășoară în condițiile existenței lagărului socialist-mondial, ale relațiilor de tip nou dintre țările acestui lagăr. Se dezvoltă mai ales acele ramuri ale industriei grele pentru care există condițiile cele mai favorabile : industria petroliferă, industria siderurgică, industria chimică, producția de energie electrică, unele ramuri ale industriei constructoare de mașini.

Industrializarea socialistă a R.P.R. și, în general, dezvoltarea sa ca o țară independentă, s-a bazat în mare măsură pe ajutorul frățesc al țărilor socialiste și în primul rînd al U.R.S.S. Marea noastră vecină și prietenă ne-a redus substanțial datoriile de război, ne-a acordat credite însemnate pentru reconstrucția țării, ne-a livrat mari cantități de materii prime și utilaje industriale. Instalațiile unor termocentrale noi, ale uzinii cocso-chimice de la Hunedoara, ale fabricii de aglomerare a minereurilor, furnalele de 450 și 700 m³ de la Hunedoara, marele laminor de țevi de la Roman, fabrica de medicamente de la Iași, diferite instalații și utilaje petrolifere și multe alte obiective industriale de primă importanță au fost livrate de U.R.S.S. în cadrul acordurilor economice. Un aspect al ajutorului dat de U.R.S.S. îl constituie cele peste 500 de documentații tehnice, necesare în diferite ramuri ale economiei naționale, schimburile de brevete și procese tehnologice fără plată, documentațiile reprezentînd în general materialul integral pentru instalații complexe și utilaje. Peste 400 de specialiști s-au documentat în U.R.S.S. în cadrul acordurilor culturale și al schimburilor de experiență, numeroși tineri au studiat și s-au specializat în U.R.S.S. în domeniile cele mai importante pentru dezvoltarea economică și culturală a țării. Ceea ce caracterizează ajutorul sovietic este înaltul său nivel tehnic și condițiile deosebit de avantajoase în care este oferit. Ajutorul sovietic constituie un exemplu de relații internaționaliste pe bază de perfectă egalitate între țări mari și puternic dezvoltate industrial și țări mici, mai slab dezvoltate, dezmințind prin fapte născocirile revizioniste în acest sens.

Munca creatoare a poporului romîn, călăuzit de partidul său conducător, a transformat Romînia într-un timp istoriceste foarte scurt, dintr-o țară agrară înapoiată, într-o țară industrial-

agrară, cu o industrie modernă, în plină dezvoltare. Sute de obiective industriale noi au fost construite, întreprinderile vechi au fost refăcute şi modernizate pe baza tehnicii celei mai noi, iar ca urmare a acestui judicios efort volumul producţiei industriale pe un singur trimestru al anului 1959 este mai mare decît producţia obţinută în întreg anul 1938. Pe ansamblul industriei socialiste, productivitatea muncii creşte în perioada 1955—1959 cu 31%, realizîndu-se un ritm mediu anual de creştere de peste 7%.

În anii democraţiei populare s-a dezvoltat în primul rînd industria constructoare de maşini, producţia depăşind de 7,5 ori producţia realizată în 1938. Necesităţile dezvoltării economice ale R.P.R. sînt satisfăcute astăzi în proporţie de peste trei pătrimi din producţia internă.

Astăzi se produc multe tipuri de maşini şi utilaje de înaltă tehnicitate, ca turboburul de foraj la mare adîncime, linii tehnologice de fabricat ciment, motoare electrice, turbine, transformatoare, aparataj de înaltă şi joasă tensiune, centrale telefonice automate. Înnoirea tehnicii în ţara noastră se face în tot mai mare măsură pe bază de utilaj şi maşini realizate în ţară. Nu numai că în cel de-al doilea cincinal 85% din utilajul cu care a fost înzestrată economia a fost produs în ţara noastră, dar în prezent utilajul exportat îl egalează în valoare pe cel de import.

Marile centrale electrice construite numai în primul cincinal produceau 75% din totalul puterii instalate de burghezie în timp de 70 de ani, iar în 1958 au produs de 6,5 ori mai multă energie decît în 1938. Industria electrotehnică, creaţie a regimului democrat-popular, furnizează peste 900 de produse variate, de la articolele de uz casnic pînă la cele mai complicate motoare.

Noi furnale de mare capacitate s-au înălţat în „Cetăţile de foc" ale Romîniei — Reşiţa şi Hunedoara — astfel încît producţia de oţel a ţării a crescut de peste şase ori în raport cu nivelul antebelic. Numai furnalul de 700 m^3 de la combinatul siderurgic Hunedoara dă o producţie de 1,5 ori mai mare decît întreaga producţie siderurgică a Romîniei realizată în 1938. Un rezultat deosebit de interesant al efortului creator al inginerilor şi tehnicienilor noştri este obţinerea cocsului metalurgic.

Republica Populară Romînă este singura ţară mică cu o însemnată industrie extractivă şi prelucrătoare de petrol, care fabrică şi utilajul necesar, atît pentru nevoile sale, cît şi pentru export. Utilajul petrolifer romînesc este cunoscut şi apreciat în numeroase ţări din lume. Chiar şi o ţară industrială ca Franţa importă utilaj petrolifer romînesc, pe care îl consideră ca fiind cel mai bun din Europa. Producţia de petrol aproape s-a dublat faţă de cea mai înaltă producţie anuală obţinută în trecut, dezminţind astfel teoriile false despre „declinul fatal" al producţiei petrolifere romîneşti, lansate de trusturile străine.

Marile bogăţii naturale ale ţării noastre sînt exploatate în mod raţional, contribuind la dezvoltarea unei puternice industrii chimice producătoare de îngrăşăminte complexe pentru agricultură, mase plastice, fire şi fibre sintetice, medicamente ş.a. Industria chimică a contribuit la asigurarea bazei tehnico-materiale necesare transformării socialiste a agriculturii prin mari cantităţi de îngrăşăminte chimice, necesare ridicării producţiei agricole la hectar, insecto-fungicide şi antidăunători.

În sectorul de industrializare a lemnului a intrat în funcţiune fabrica de plăci aglomerate din lemn de la Brăila, Combinatul complex de industrializare şi valorificare superioară a lemnului de la Gălăuţaş, iar unul similar este în curs de construcţie la Tîrgu-Jiu.

Construcţiile industriale şi civile au căpătat o dezvoltare deosebită în aceşti ani, pentru a putea asigura spaţiul necesar noilor întreprinderi create şi pentru a îmbunătăţi condiţiile de trai ale oamenilor muncii. Se introduc pe scară largă procedee industriale în construcţii, cum sînt prefabricatele, panourile mari, blocurile. Industria materialelor de construcţii a crescut cantitativ şi în sortimente la nivelul necesităţilor economiei naţionale, creîndu-se şi disponibilităţi de export. În acelaşi scop, se obţin înlocuitori ai materialelor clasice de construcţie.

Industrializarea socialistă a R.P.R. a dus şi la înlăturarea repartiţiei neraţionale a forţelor de producţie pe tot cuprinsul ţării, contribuind astfel la dezvoltarea economică şi culturală a tuturor regiunilor. La Roman, la Bîrlad, la Botoşani, la Fălticeni s-au construit întreprinderi metalurgice şi textile, noi zăcăminte de petrol au fost descoperite în Oltenia.

În Dobrogea s-a construit termocentrala Ovidiu, în Regiunea Autonomă Maghiară s-a dat în funcţiune termocentrala Sîngiorgiu de Pădure, fabrica de lapte praf de la Remetea etc.

Agricultura Romîniei, în trecut înapoiată din punct de vedere tehnic, cunoaşte astăzi un însemnat progres. Sectorul socialist în agricultură reprezintă în prezent peste 67% din suprafaţa arabilă a ţării şi a ajuns să cuprindă aproape 2,5 milioane familii. Investiţiile în agricultură în perioada 1956—1959, pentru crearea unei puternice baze tehnico-materiale, s-au ridicat la 8,7 miliarde lei. Peste 47 000 tractoare convenţionale de 15 CP, peste 8 000 combine, zeci de mii de alte maşini agricole lucrează ogoarele ţăranilor cooperativizaţi. Se extind din ce în ce mai mult lucrările de hidroamelioraţii şi desecări, în scopul măririi suprafeţei cultivabile. La această acţiune importantă participă zeci de mii de ţărani muncitori prin muncă patriotică, pe şantierele ce s-au deschis în acest scop în toate regiunile ţării.

Decretul privind lichidarea oricărei forme de exploatare are o deosebită semnificaţie şi importanţă pentru transformarea socialistă a agriculturii noastre.

În toate ramurile de producţie şi cu precădere în noile unităţi industriale se realizează mecanizarea complexă şi automatizarea proceselor de producţie, pentru asigurarea unei creşteri substanţiale a producţiei şi a productivităţii muncii, pentru crearea de condiţii mai bune de lucru muncitorilor.

Paralel cu creşterea rapidă a producţiei industriale, prin eforturile susţinute ale muncitorilor, tehnicienilor, inginerilor şi funcţionarilor, în perioada 1956—1959 s-a realizat pe ansamblul industriei republicane o reducere a preţului de cost cu 12%.

Ca urmare a creşterii producţiei şi a reducerii preţului de cost, prin Hotărîrea plenarei C.C. al P.M.R. din 13—14 iulie a.c. se prevede reducerea impozitelor pe salarii, majorarea salariilor şi a pensiilor de toate categoriile, cum şi reducerea preţurilor la peste 2 600 sortimente, ceea ce asigură oamenilor muncii din ţara noastră un spor net de venituri de 4,7 miliarde lei anual, adică o sporire peste salariul actual, în medie, cu 14%. În raportul prezentat de tovarăşul Gheorghe Gheorghiu-Dej la această plenară se spune că „Salariul real al muncitorilor, tehnicienilor şi funcţionarilor va fi, pe întregul an 1959, cu peste 30% mai mare faţă de 1955. Prin aceasta, sarcina trasată de Congresul al II-lea al Partidului cu privire la creşterea salariului real se realizează şi se depăşeşte mai devreme cu un an".

Dezvoltarea economică a R.P.R. a impus realizarea revoluţiei culturale ca parte integrantă a construirii socialismului.

Construirea socialismului cere în mod imperios oameni culți, cu nivel ideologic și tehnic ridicat, intelectuali și cadre tehnice atașate cauzei socialismului, care să țină pasul cu cele mai noi cuceriri ale tehnicii. Masele largi de oameni ai muncii sînt chemate să-și dea contribuția la rezolvarea problemelor tehnice. Învățămîntul de toate gradele — premisă importantă în formarea omului nou — a fost restructurat și reorganizat pe baze științifice și într-o strînsă legătură cu practica.

Reorganizarea cercetării științifice constituie o parte integrantă a revoluției culturale în R.P.R. Vechea Academie Romînă a fost transformată, în 1948, într-o instituție științifică dinamică și vie, care promovează principii noi în activitatea științifică. Pe lîngă Academia R.P.R. și departamente funcționează numeroase institute de cercetări, în care mii de oameni de știință și tehnicieni rezolvă cele mai importante probleme tehnico-științifice ridicate de practica construirii socialismului. Activitatea creatoare de la noi are un caracter de masă. Inițiativele inovatorilor și raționalizatorilor noștri sînt un exemplu al atitudinii noi față de muncă, al capacității creatoare a maselor muncitoare, ridicate la o înaltă competență tehnică.

Inovatorii și raționalizatorii sînt — așa cum îi denumește tovarășul Gheorghe Gheorghiu-Dej — colaboratorii cei mai valoroși ai corpului tehnico-ingineresc. Ei contribuie la găsirea soluțiilor tehnice pentru mărirea randamentului mașinilor și agregatelor, în vederea creșterii productivității muncii și reducerii prețului de cost.

În cei zece ani de cînd a fost înființată, ASIT și-a îndeplinit cu cinste sarcina sa principală de a crea o mișcare de masă pentru aplicarea metodelor și procedeelor tehnice cele mai avansate, precum și de a contribui la organizarea științifică a producției, la ridicarea nivelului tehnic general. ASIT nu și-a limitat activitatea numai la recomandarea diferitelor soluții tehnice, ci a militat activ pentru introducerea lor în practică.

În acțiunea de sprijinire a progresului tehnic și de ridicare a nivelului cunoștințelor tehnice ale cadrelor, ASIT a elaborat Lexiconul Tehnic Romîn și editează reviste tehnice pe ramuri de producție, cum și o gazetă tehnică.

Succesele obținute în construcția economică și în dezvoltarea științei și tehnicii în țara noastră dovedesc justețea politicii leniniste a partidului, capacitatea clasei muncitoare, a țărănimii muncitoare și a intelectualității devotate poporului de a construi noua societate, dovedesc atașamentul întregului popor față de cauza socialismului. Ele se datoresc și colaborării dintre țările socialiste în cadrul sistemului economic mondial socialist. Relațiile dintre țările socialiste sînt relații de tip nou ce se bazează pe comunitatea de interese, pe același sistem politic și economic.

Principiile care stau la baza lagărului socialist determină apariția unei noi diviziuni internaționale a muncii, care se realizează în mod planificat, pe baza colaborării și a determinării științifice a proporțiilor celor mai favorabile pentru toate țările care construiesc socialismul. În cadrul Consiliului de Ajutor Economic Reciproc — CAER — de la a cărui înființare s-au împlinit zece ani, se pun de acord planurile de dezvoltare a economiilor naționale, pe baza specializării producției industriale și agricole, se coordonează investițiile capitale, evitîndu-se astfel paralelismul inutil în fabricarea unor produse, obținîndu-se eficacitatea economică cea mai mare.

Realizările obținute de poporul nostru în cei 15 ani ai puterii populare și perspectivele ce se deschid însuflețesc oamenii muncii, conduși de partid, spre obținerea de noi victorii în construcția socialistă.

Inginerii și tehnicienii din țara noastră, încadrați în Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor, alături de toți oamenii muncii, își aduc contribuția lor la construirea socialismului în patria noastră și la ridicarea nivelului de trai, material și cultural.

Încadrată în marea familie a popoarelor socialiste, țara noastră constituie un factor activ în asigurarea coexistenței pașnice, în lupta pentru consolidarea păcii în lumea întreagă.

15 ani de realizări pe drumul electrificării țării noastre

Ing. *NICOLAE GHEORGHIU*
Adjunct al Ministrului Industriei Grele

I. Situația instalațiilor energetice din țară, la eliberarea ei, în 1944

În momentul cînd glorioasele armate sovietice eliberau țara noastră de sub jugul fascist, instalațiile pentru producerea și distribuția energiei electrice se aflau în aceeași stare de înapoiere ca și toată industria țării. Astfel, în afara centralelor electrice din orașe, în majoritate echipate cu grupuri Diesel și aflate într-o stare de uzură pronunțată, nu existau în țară decît cîteva centrale electrice mai mari, prevăzute cu turbine de abur, deservind Capitala, industrii mai importante sau zone industriale ca, de exemplu, cea din Valea Prahovei. Nici una dintre acestea nu avea de fapt caracterul de centrală de electrificare regională.

Puterea totală instalată în centralele electrice din Romînia, în perioada următoare eliberării, nu atinge decît 740 MW, din care peste 20% putere indisponibilă din cauze de uzură, deteriorări, instalații necomplete etc.

Cel mai mare grup generator cu turbină cu abur era de 20 MW (în centrala Grozăvești), iar parametrii aburului nu depășeau 40 ata și 375°C, cu excepția centralei Grozăvești, unde se folosea un ciclu suprapus de 135 ata, 500°C și a centralelor termoelectrice industriale ale fabricilor de hîrtie Bușteni și Letea, în care funcționau cazane cu abur la 120 ata și 500°C.

Întrucît nu exista în țară o politică fermă de utilizare rațională a combustibililor, întreprinderile energetice își amenajau centralele electrice pentru combustibilul cel mai convenabil din punct de vedere al rentabilității, preferîndu-se combustibilii superiori, care necesitau un minimum de instalații pentru utilizarea lor. Astfel, la sfîrșitul anului 1944, mai mult de trei sferturi din energia electrică produsă se baza pe arderea de combustibili de mare putere calorifică : gaze naturale, păcură, motorină și cărbuni superiori — combustibili care puteau fi mai bine valorificați prin chimizare sau export.

În privința uzinelor hidroelectrice, țara noastră nu poseda în 1944 decît o singură amenajare mai importantă, uzina hidroelectrică Dobrești, cu o putere instalată de 16 MW și cu acumularea apelor Ialomiței superioare — restul uzinelor hidroelectrice depășind în puține cazuri puterea instalată de 1 MW.

Cota de energie electrică produsă de sursele hidroelectrice reprezenta mai puțin de 8% din totalul energiei produse pe țară, întrucît întreprinderile energetice capitaliste nu aveau nici un interes să utilizeze energia inepuizabilă a apelor, cu prețul unor investiții importante și recuperabile numai într-un timp îndelungat.

Întrucît centralele electrice alimentau în special centrele urbane și industriale pe lîngă care erau construite, rețeaua regională de transport și interconexiune era foarte limitată.

Astfel, la sfîrșitul anului 1944 nu exista decît o singură linie de 110 kV Dobrești-București, în lungime de 127 km, iar rețelele de 60 kV totalizau o lungime de 484 km. Toate liniile cu tensiuni de la 6—30 kV nu depășeau circa 3 200 km.

În ceea ce privește centrele urbane, în afară de București și cîteva orașe importante (Timișoara, Arad, Orașul Stalin), celelalte erau echipate cu instalații de producere a energiei electrice cu totul insuficiente și în stare avansată de uzură. În mare parte din orașele noastre, instalațiile de producere și distribuție a energiei electrice erau de curent continuu sau foloseau sisteme de distribuție în prezent depășite (bifazate sau monofazate) cu rețelele vechi și total insuficiente față de nevoile de consum.

În anul 1945, numărul satelor electrificate era de numai 535, reprezentînd circa 3,5% din numărul total al satelor noastre.

În aceste condiții consumul de energie electrică nu depășea în 1945 circa 80 kWh pe cap de locuitor și an, ceea ce ne situa din acest punct de vedere pe unul din ultimele locuri în statisticile energetice internaționale.

II. Perioada de refacere a instalațiilor electrice 1944—1950 și elaborarea planului de electrificare

Bombardamentele aeriene din anul 1944, ca și distrugerile efectuate de trupele fasciste în retragere au pricinuit pagube serioase instalațiilor energetice din țara noastră. Astfel, bombardamentele au scos din funcțiune o serie de centrale electrice industriale din zona petroliferă a Văii Prahovei, au pricinuit stricăciuni parțiale centralei termoelectrice Grozăvești-București și în special distrugeri în rețelele de cabluri electrice ale Capitalei și ale orașului Ploiești, precum și în rețelele aeriene din zonele petrolifere.

În această situație, primele eforturi s-au concentrat asupra reparării instalațiilor distruse și avariate din cauza războiului, restabilindu-se, acolo unde repunerea în funcțiune a sursei locale necesita un timp mai îndelungat, legăturile electrice necesare cu sursele de energie cele mai apropiate în funcțiune.

Încă la Conferința națională din noiembrie 1945 Partidul Comunist Romîn a indicat electrificarea țării ca unul dintre directivele principale de importanță națională. În acest scop

a chemat muncitorii din industria energiei electrice să înfrîngă sabotajul patronilor, să repună și să mențină în funcțiune instalațiile existente, să producă energia electrică necesară refacerii industriei și necesităților populației.

În ceea ce privește refacerile de instalații energetice distruse sau avariate, situația a fost grea deoarece nu se dispunea în țară de posibilitatea de a se fabrica piesele de schimb și echipamentele necesare, iar instalațiile nu erau prevăzute cu piese de schimb și echipamente de rezervă. Ele erau deci, din acest punct de vedere, la discreția industriei furnizoare din Occident, care ridica dificultăți în calea unei colaborări pentru refacerea instalațiilor energetice.

Toate acestea au condus la limitări la consumatorii de energie electrică, sau chiar la întreruperea prin rotație a unor sectoare întregi de distribuție urbană a energiei electrice.

Numai după naționalizarea principalelor mijloace de producție înfăptuită la 11 iunie 1948 s-au creat bazele pentru trecerea la electrificarea masivă a țării.

Situația din momentul naționalizării nu era cu mult diferită de cea din 1944, sub aspectul dezvoltării instalațiilor, producției și consumului de energie electrică, ajuns abia la 94,4 kWh pe cap de locuitor și an.

Prin concentrarea producției și distribuției regionale a energiei electrice într-o conducere unică în cadrul sectorului socialist nou apărut, s-a trecut la o organizare rațională a sectorului energiei electrice în țara noastră.

Astfel întreprinderile regionale de electricitate, înființate tot în 1948, au putut fi dotate cu fonduri planificate de reparații și investiții, pornindu-se în toată țara, încă din toamna aceluiași an, la o campanie de remedieri și dezvoltări locale urgente ale instalațiilor energetice.

Încă din anul 1948, după înființarea Centralei Industriale a Energiei Electrice, s-a început elaborarea documentațiilor necesare pentru un plan de electrificare a țării.

În 1949, în cadrul Ministerului Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice, nou înființat, prin Institutul de Studii și Proiectări Energetice (ISPE) s-a procedat la întocmirea acestui prim plan de electrificare a Republicii Populare Romîne, prevăzut pe zece ani (1951—1960) și întinzîndu-se astfel pe două cincinale ale planului economic al țării, din care planul de electrificare face parte integrantă.

La înfăptuirea electrificării masive a țării, Partidul Muncitoresc Romîn a trecut o dată cu aprobarea de către Plenara Comitetului Central din 26 octombrie 1950 a planului de electrificare pentru o primă etapă de zece ani (1951—1960).

Obiectivele principale ale acestui plan se pot rezuma în următoarele puncte:

1. Creșterea producției de energie electrică, pentru satisfacerea nevoilor mereu crescînde ale industriei și populației țării, fixîndu-se ca obiectiv să se ajungă de la 2,113 miliarde kWh în 1950, la 7 miliarde kWh în 1960. Totodată s-a prevăzut o creștere corespunzătoare a puterii instalate în centrale electrice în toată țara, față de cea de 740 MW, putere existentă în 1950, astfel încît în 1960 să se poată produce energia totală planificată. Centralele electrice corespunzătoare s-au prevăzut a se repartiza pe tot teritoriul țării, în raport cu posibilitățile de alimentare cu combustibilul necesar, sau cu resursele hidraulice amenajabile.

2. Utilizarea la maximum în producerea energiei electrice atît a resurselor de energie inepuizabile, din amenajări hidroelectrice, cît și a cărbunilor inferiori sau deșeurilor de cărbune, respectiv a gazelor din cîmpuri de joasă presiune. Prin aceasta, putîndu-se totodată mai bine valorifica combustibilii superiori (gaze naturale de mare presiune, păcură, motorină, cărbuni superiori).

3. Întrebuințarea unor echipamente energetice cu parametrii ridicați pentru obținerea unor randamente cît mai ridicate la centrale și deci o utilizare cît mai bună a combustibililor arși în focare.

4. Producerea combinată a energiei termice și electrice, în centrale de termoficare, amplasate în apropierea unor consumatori industriali importanți de abur și pentru încălzire, producînd energie electrică la trecerea aburului prin turbine cu contrapresiune sau de condensație cu prize. Energia electrică produsă în aceste centrale de termoficare s-a prevăzut a satisface în primul rînd necesitățile întreprinderilor pe lîngă care s-au construit, iar surplusul să fie debitat în sistemul energetic la care se racordează centrala.

5. Construirea unor rețele electrice de diferite tensiuni pe tot cuprinsul țării, care împreună cu centralele electrice regionale să formeze sisteme energetice puternice, asigurînd vehicularea cît mai ușoară și continuă a energiei electrice de la centrele de producere la centrele mari de consum, precum și legăturile între sistemele energetice locale ce aveau să conducă la crearea unui sistem energetic unic pe toată țara.

Simultan s-au prevăzut în plan mijloacele pentru realizarea exploatării în condiții de continuitate în funcționare și regimuri de funcționare economică mai bune, a sistemelor energetice preconizate (comandă prin dispeceri, mijloace moderne de protecție și reglaj).

6. Ameliorarea și modernizarea instalațiilor locale de producere și distribuție a energiei electrice, din centrele mari urbane și industriale, precum și racordarea de centre noi, pentru asigurarea necesităților crescînde de energie electrică ale acestor cazane.

7. Planul de electrificare a dat cifre orientative şi pentru o dezvoltare importantă a electrificărilor rurale, prevăzîndu-se în acest sens electrificări de sate, atît prin racordarea la reţelele de distribuţie de înaltă tensiune, cît şi prin microcentrale locale.

8. De asemenea în planul de electrificare s-a prevăzut un program de creare şi dezvoltare a industriei electrotehnice, pentru a produce în ţară o mare parte din echipamentul electric necesar realizării obiectivelor propuse, precum şi un program de formare a cadrelor necesare tuturor noilor exploatări energetice, rezultînd din planul de electrificare.

III. Realizările sarcinilor planului de electrificare în perioada 1951 — 1959

Sarcinile principale ale planului de electrificare au fost realizate prin munca entuziastă a cadrelor de muncitori, tehnicieni şi ingineri din diferitele organizaţii de proiectare, execuţie şi exploatare create special în acest scop, conduse şi mobilizate de organizaţiile de partid.

Consumul de energie electrică a marcat creşteri importante în perioada 1951—1959. Astfel cu aproximativ aceleaşi instalaţii de care s-a dispus în anul 1938 s-a produs în 1950 peste 2 miliarde kWh, adică de circa 2 ori mai mult decît cea mai mare producţie anuală realizată în ţara noastră înainte de cel de-al doilea război mondial. Aceasta s-a putut realiza datorită măririi duratei de utilizare a instalaţiilor ca şi printr-o mai bună întreţinere şi folosire a acestora.

În decursul primului plan cincinal, producţia de energie electrică a ţării a crescut de la 2 113 milioane kWh în anul 1950 la 4 340 milioane kWh în anul 1955, adică în cei cinci ani s-a obţinut o dublare a producţiei.

Producţia de energie electrică în anul 1958 a fost de 6 184 milioane kWh şi se poate afirma de pe acum că sarcina planului de electrificare de a se obţine în 1960 o producţie de 7 miliarde kWh va fi depăşită.

Trebuie sublinat că producerea energiei electrice prevăzută în perioada 1951—1958 a fost realizată prin instalarea unei puteri mai mici în centrale decît cea indicată în planul de electrificare. Acest lucru a fost posibil prin mărirea gradului de utilizare al instalaţiilor şi interconectarea lor şi a avut ca urmare micşorarea efortului de investiţii.

Pentru realizarea obiectivelor planului de electrificare au fost alocate de către stat importante fonduri de investiţii în perioada 1951—1958.

În instalaţiile de producere a energiei electrice, ca urmare a îndeplinirii sarcinilor planului de electrificare, în perioada 1951—1958 a crescut puterea instalată de la 740 MW cît era în 1950, la circa 1 500 MW în 1958. Aceasta s-a obţinut prin construirea şi darea în folosinţă a numeroase centrale electrice.

Astfel, în perioada 1950—1958 au intrat în funcţiune 20 de centrale noi, cu puteri instalate variind între 24...150 MW, cu grupuri cu puteri unitare de 12...50 MW şi cu parametri ridicaţi pînă la 100 ata, 510°C.

Dintre obiectivele importante realizate în cadrul planului de electrificare se citează următoarele:

Centrala Gh. Gheorghiu-Dej din Doiceşti echipată cu grupuri de 20 MW, cu parametrii aburului la cazane 64 ata, 485°C. A fost concepută ca una dintre centralele de bază ale sistemului energetic Muntenia, putînd alimenta cu energie electrică atît Capitala, cît şi zona petroliferă apropiată, fiind prevăzută pentru arderea de cărbuni inferiori, respectiv ligniţi din bazinul minier al Văii Ialomiţei.

Centrala Paroşeni, situată în bazinul carbonifer Petroşani, echipată cu grupuri de 50 MW şi avînd ca parametri ai aburului la cazane 100 ata, 510°C. A fost prevăzută ca una dintre centralele de bază ale sistemelor energetice din Ardeal, putînd alimenta în special Ardealul de sud-vest şi Oltenia şi fiind amenajată pentru arderea de deşeuri de cărbune, rezultate din exploatarea cărbunilor din Valea superioară a Jiului.

Centrala Steaua Roşie de la Fîntînele (Sîngeorgiu de Pădure), prevăzută cu aceiaşi parametri ai aburului ca şi centrala Paroşeni şi cu grupuri generatoare de 25 MW, a fost concepută special pentru utilizarea la faţa locului a unor cîmpuri de gaze naturale de joasă presiune, fiind prevăzută ca o centrală de bază a sistemelor energetice din Ardeal şi care urmează a alimenta în special zonele din Ardealul central şi de nord-vest.

În afară de cele trei centrale menţionate mai sus, s-au prevăzut în planul de electrificare şi centralele de putere mijlocie de la Ovidiu II (în sistemul energetic local Dobrogea) şi Comăneşti II — Şipoteni (în sistemul energetic Moldova), ambele utilizînd abur cu 39 ata şi 450°C la cazane — deci la parametrii medii — şi grupuri generatoare de cîte 12 MW; cea dintîi poate utiliza cărbune sau păcură, iar cea de-a doua cărbune inferior din bazinul Comăneşti sau gaze petrolifere.

Centrala Ovidiu II a fost concepută pentru alimentarea consumatorilor din Dobrogea, iar centrala Comăneşti pentru alimentarea zonei petrolifere din Moldova, pînă în acel moment deservită în mod cu totul insuficient de vechea centrală Comăneşti I.

Tot în cadrul planului de zece ani trebuie citate centralele industriale Hunedoara II, cu grupuri de 12 MW, şi Victoria, cu grupuri de 6 MW, amîndouă utilizînd abur de parametri medii.

Centrala de termoficare Borzeşti utilizează abur la parametri înalţi (100 ata, 510°C) şi grupuri de 25 MW, atît cu contrapresiune cît şi cu condensaţie şi prize, arzînd în focare deşeuri petrolifere şi gaze locale de sondă. Concepută pentru

a alimenta cu abur o mare rafinărie de petrol și un combinat chimic, cu un număr mare de ore de funcționare, excedentul important de putere electrică corespunzător aburului livrat a clasat această unitate drept centrală de bază a sistemului energetic Moldova.

În această perioadă s-au mai realizat lucrări de amplificare în centralele electrice existente, a căror extindere era justificată economic și s-au construit centrale Diesel electrice noi, în zonele deficitare energetic și importante pentru dezvoltarea industrială a țării.

S-au executat astfel amplificări în centralele termoelectrice existente : Arad, Brăila, Or. Stalin, Gura Barza, Reșița etc., utilizîndu-se în acest scop în mare parte turbine și cazane de fabricație românească (3 MW și 20 t/h).

Pentru acoperirea nevoilor de energie electrică în centrele industriale și urbane izolate, cu situații grele energetice și care nu puteau fi racordate la rețeaua regională, s-au executat numeroase amplificări ale centralelor electrice locale. În acest scop s-au transferat unități de forță (grupuri Diesel, turbogeneratoare și cazane) din zonele care s-au racordat la rețelele electrice regionale.

În perioada primului cincinal s-au construit de asemenea un număr de peste 500 microcentrale Diesel și hidroelectrice pentru acoperirea nevoilor de energie electrică în mediul rural și în sectorul agricol.

În categoria centralelor hidroelectrice realizate sau în construcție trebuie în primul rînd citată CHE „V. I. Lenin" Bicaz (Moldova) utilizînd o importantă acumulare a apelor Bistriței, realizată cu ajutorul unui baraj de 90 m înălțime ; apele din lacul de acumulare format sînt dirijate printr-un tunel de circa 5 km lungime la centrala prevăzută cu grupuri generatoare de 27,5 și 50 MW în punctul Stejarul. Această centrală cu o putere instalată de 210 MW va reprezenta pentru o bună perioadă de timp cea mai mare amenajare hidroenergetică din țara noastră, servind totodată drept centrală de vîrf sau semibază pentru sistemele energetice vecine, precum și pentru irigarea văilor Bistriței și Siretului și în fine pentru regularizarea debitelor Bistriței.

De asemenea, trebuie citate aici centralele hidroelectrice de puteri medii :

— *Moroeni*, începută în momentul elaborării planului de electrificare, utilizînd debitul Ialomiței trecut prin centrala Dobrești, la aproximativ aceeași putere — fără acumulare, — concepută pentru a ajuta la vîrf sistemul Muntenia, simultan cu centrala cu acumulare Dobrești.

— *Sadu V*, în apropiere de Sibiu, cu acumulare, de aproximativ aceeași putere cu cele precedente.

— *Văliug — Crăinicel*, în apropiere de Reșița, cu acumulare pe apa Bîrzavei, avînd o putere instalată de 7 MW.

Termoficarea urbană a fost complet inexistentă în țară pînă la elaborarea planurilor cincinale.

În cursul primului plan cincinal s-au început studii de termoficare urbană a cîtorva orașe mai importante din țară și a unor colonii muncitorești. Astfel, s-a prevăzut posibilitatea termoficării orașului muncitoresc Onești, care urmează în viitor să fie alimentat cu căldură de la prizele de termoficare urbană a centralei Borzești. De asemenea, s-au întocmit studii și proiecte pentru termoficarea urbană a orașelor București, Timișoara, Oradea, Arad și Galați, precum și pentru colonia muncitorească a Combinatului Chimic din Făgăraș.

În perioada 1950—1959 s-au realizat primele începuturi de termoficare urbană : alimentarea consumatorilor de căldură de la Mociur din centrala de termoficare „7 Noiembrie" Reșița și termoficarea experimentală de la centrala termoelectrică Grozăvești, prin care se alimentează cu căldură și cîțiva consumatori din jurul centralei. În centrala Grozăvești a intrat în funcțiune un grup de termoficare urbană de 25 MW, care urmează să alimenteze o rețea de termoficare.

Linii de transport de energie. În principiu, planul de electrificare a prevăzut ca artere principale în interiorul fiecărui sistem energetic local linii de 110 kV, iar pentru legătura între sisteme linii de 220 kV, care urmau să apară pînă la sfîrșitul perioadei de 10 ani, în limita necesităților. Pentru alimentări locale s-a prevăzut tensiunea de 35 kV, iar acolo unde se considera această tensiune ca insuficientă, în mod excepțional, și de 60 kV.

În perioada 1951—1958, s-a realizat un ritm accelerat de construcții de linii electrice. Astfel față de 611 km de linii electrice aeriene de 110, 60 și 35 kV existente în 1950, sînt în funcțiune în prezent circa 4 400 km. În anii 1951—1958 s-au construit de 14 ori mai multe linii de 110 kV decît existau în total în 1950.

Dintre liniile de 110 kV mai importante, realizate în perioada 1950—1958 trebuie menționate liniile Doicești — Florești — București est ; Moroeni — Sinaia — Orașul Stalin ; Tîrnăveni — Hunedoara ; Borzești — Galați ; Borzești — Roman — Iași etc.

Prin extinderea liniilor de înaltă tensiune s-a realizat alimentarea prin linii de transport de 110 kV a numeroase centre urbane și industriale ca : Iași, Roman, Cluj, Reșița, Timișoara, Galați, Brăila, Bacău, Sibiu etc.

În această perioadă s-au construit numeroase stații de transformare prevăzute cu transformatoare cu două și trei înfășurări, cu tensiune medie 35 sau excepțional 60 kV și tensiunea joasă 6, 10 sau 15 kV.

O dată cu punerea în funcțiune a noilor centrale electrice și cu dezvoltarea rețelei de 110 kV, s-a început construirea treptată a sistemelor energetice, ajungîndu-se în anul 1954 la șase

sisteme energetice funcționînd izolat unele de altele : Muntenia, Ardealul central, Ardealul de sud-vest și Oltenia, Ardealul de nord-vest, Moldova și Dobrogea. Aceste sisteme au fost create ținîndu-se seama de repartiția teritorială a centralelor electrice și de posibilitățile de legare între ele.

Perioada 1955—1958 se caracterizează prin realizarea interconectării într-un sistem unic a sistemelor Muntenia, Ardealul central, Ardealul de sud-vest și Oltenia și recent și a sistemului Moldova. O dată cu dezvoltarea sistemului unic interconectat s-a realizat și un serviciu de dispecer național.

Pînă în anul 1960 se vor interconecta cu sistemul unic prin linii de 110 kV sistemele Dobrogea și Ardealul de nord-vest.

În perioada 1951—1958 s-au făcut numeroase studii privind sistematizarea și modernizarea rețelelor de distribuție din diferite centre urbane ; în prezent dezvoltarea instalațiilor existente se face după principiile stabilite în aceste studii. Tensiunile adoptate sînt 6, 10 și 15 kV.

Electrificarea rurală și agricolă constituie una dintre problemele de o importanță deosebită ale planului de electrificare.

Față de situația grea lăsată de regimul burghezo-moșieresc în anii puterii populare numărul de sate electrificate a crescut ajungînd în anul 1958 la cifra de 2 629, ceea ce reprezintă circa 17 % din totalul satelor din R.P.R. Electrificarea mai intensă a satelor s-a făcut începînd din anul 1950.

În perioada 1950—1957 au fost electrificate peste 800 unități agricole socialiste și un număr mare de gospodării agricole colective.

Progresul tehnic, obținut prin introducerea soluțiilor moderne la nivelul tehnicii mondiale, a permis să se obțină succese însemnate în realizarea sarcinilor planului de electrificare.

O etapă importantă în ridicarea nivelului tehnic al instalațiilor energetice o reprezintă perioada 1954—1956, în care au intrat în funcțiune centralele cu parametri ridicați ai aburului (presiune 100 ata, temperatura 510°C), preîncălzirea regenerativă a apei de alimentare la 215°C, cu instalații moderne pentru prepararea apei și vaporizarea în trepte. Astfel sînt centralele „Steaua Roșie" Sîngeorgiu, Paroșeni și Borzești.

Noile centrale proiectate în țara noastră cu parametrii ridicați sînt la același nivel în ce privește parametrii aburului și consumul specific cu cele mai avansate realizări din tehnica mondială.

În centralele existente s-au luat o serie de măsuri de exploatare care au condus la o substanțială îmbunătățire a funcționării acestora. Astfel trebuie menționate :

Curățirea condensatoarelor după grafic în toate instalațiile, încercarea sub presiune a etanșeității pe partea de vid a condensatoarelor, curățirea condensatoarelor în mers, oprirea și repornirea repetată a grupurilor neeconomice (de ex. cazanele de joasă presiune din CTE Grozăvești, cazanele și grupurile neeconomice din CTE Cîmpina, Florești, Orașul Stalin etc.), oprirea în zilele de sarcină scăzută a unităților mari (Steaua Roșie, Doicești etc.).

Centralele noi care au început să intre în funcțiune începînd din anul 1952 au avut la început deficiențe în exploatare care au condus în primii ani la realizarea unor consumuri specifice sensibil diferite de cele din proiecte. Prin măsurile prevăzute în planurile tehnice, MTO-urile anuale și prin preocuparea personalului de exploatare s-a obținut o reducere continuă a acestor abateri de consumuri față de proiect, ajungîndu-se în trim. I.1959 la abaterile minime realizate pînă în prezent.

Din aplicarea acestor măsuri s-a reușit să se ridice randamentul net al centralei Steaua Roșie de la 20,7 % în 1954 la 27,8 % în primul trim. al anului 1959, iar al centralei Doicești de la 16,5 % în 1952 la 20,4 % în 1954.

Deși realizările arătate marchează o tendință de îmbunătățire continuă, măsurile aplicate pînă în prezent vor fi extinse și completate după cum urmează :

— se va termina introducerea preîncălzirii regenerative la toate centralele la care prizele turbinelor nu sînt încă utilizate ;

— se vor continua măsurile de îmbunătățire a randamentului cazanelor prin completări ale suprafețelor de schimb de căldură pentru reducerea temperaturii gazelor arse la coș, prin îmbunătățirea izolației termice pentru reducerea pierderilor prin radiație, prin montări de supraîncălzitoare și modificări de arzătoare, prin îmbunătățirea etanșării cazanelor ;

— va fi introdusă mecanizarea acționării organelor de închidere cu comandă centralizată. În acest fel se va îmbunătăți timpul de manevră ;

— va fi continuată introducerea automatizărilor și perfecționarea celor existente prin mijloace proprii. Astfel, pînă acum la centrala termoelectrică Or. Stalin I a fost introdusă automatizarea arderii la cazanul IV cu aparataj confecționat în atelierul centralei și se pregătește introducerea automatizării arderii la cazanul III. La Centrala termoelectrică Doicești a fost modificată instalația de automatizare pentru alimentarea cu cărbune a cazanelor după concepția proprie a personalului centralei, ceea ce a permis eliminarea deficiențelor care au existat înainte ;

— se va termina repaletarea rîndurilor de palete lipsă la turbine ;

— vor fi intensificate măsurile de exploatare și întreținere curentă pentru eliminarea pierderilor de căldură.

În ceea ce privește construcția de centrale noi, se prevede pentru perioada 1960—1965 ridicarea puterii unitare a grupurilor la 100 MW și ridicarea parametrilor aburului produs la 140 ata

și 570°C. Acest lucru va permite să se realizeze scăderea consumului specific de combustibil sub 2 500 kcal/kWh.

S-au mai obținut o serie de realizări importante la partea electrică a centralelor și stațiilor, prin introducerea de diferite automatizări, ca forțarea excitației generatoarelor, reanclanșarea automată rapidă a liniilor aeriene de înaltă tensiune în cazul producerii de defecte trecătoare pe acestea, anclanșarea automată a rezervelor în special în ceea ce privește serviciile interne ale centralelor electrice, etc.

S-au mai introdus cu succes descărcarea automată a sarcinii prin relee de frecvență, în cazul producerii unor avarii, autosincronizarea generatoarelor din centrale, în special pentru scurtarea timpului de lichidare a avariilor și utilizarea avertizoarelor electrice automate de formare a chiciurii pe conductoare.

Mai trebuie menționate aici și metodele noi utilizate pentru înlocuirea unor materiale deficitare, care intervin în mare proporție în instalațiile energetice.

În acest sens trebuie citată în primul rînd utilizarea stîlpilor de beton armat pe liniile electrice aeriene, în locul stîlpilor de lemn întrebuințați în trecut la majoritatea liniilor de medie și de joasă tensiune și în locul stîlpilor metalici la liniile de înaltă tensiune. S-a introdus în acest scop pe o scară mare întrebuințarea stîlpilor de beton armat centrifugat și în mai mică măsură a celor vibrați. Pentru producția stîlpilor centrifugați s-a echipat o fabrică conținînd 4 mașini concepute și construite în țară pentru stîlpi de 11 și 20 m lungime.

În construcția propriu-zisă a liniilor electrice aeriene s-au obținut importante reduceri ale prețului de cost, prin utilizarea de soluții noi, ca stîlpi de formă telescopică cu un singur picior de 110 kV și altele. Astfel s-a putut reduce în anul 1958 cu 25% costul pe km al unei linii de 110 kV simplu circuit pe stîlpi de beton, față de costul unei linii analoge executate înainte de 1957. Cota de reducere a costului pe km la liniile de 35 kV și 6—15 kV este de 23 respectiv 15% în același interval de timp.

Pentru a se obține avantajele maxime din punct de vedere tehnic și economic din realizarea sistemului energetic național, s-a creat o unitate de Dispecing Central. Aceasta are ca sarcină stabilirea celor mai raționale scheme de funcționare pentru o situație dată, asigurarea schimbului de putere între sistemele regionale și realizarea regimurilor optime de funcționare a agregatelor sistemului.

O problemă importantă care necesită măsuri urgente a fost problema reparațiilor utilajului energetic. În acest scop s-a dus o muncă susținută pentru planificarea judicioasă a reparațiilor. Referitor la executarea reparațiilor trebuie menționat că sectorul energetic a rezolvat cu cinste sarcina executării cu mijloace proprii a reparațiilor de turbine și generatoare care pînă în 1950 se executau cu monteri străini. Energeticienii au reușit să execute reparații dificile de turbine (repaletări, echilibrări etc.) și de generatoare (reizolări, rebobinări etc.).

Un număr important de motoare Diesel au putut fi puse în funcțiune datorită pieselor de schimb executate în țară de întreprinderea „Energo-reparații".

Spre sfîrșitul cincinalului, această întreprindere a început să producă palete de turbine, realizare care a permis repaletarea și deci aducerea turbinelor defectate la puterile lor nominale.

În 1958 a luat ființă Sectorul de raționalizări energetice în cadrul întreprinderii „Energo-reparații", care confecționează aparate și echipamente noi ce în trecut se importau (telefonie prin curenți purtători etc.) și studiază posibilitatea îmbunătățirii funcționării și exploatării instalațiilor din sectorul energetic. Un sector de raționalizări energetice funcționează în cadrul Întreprinderii de electricitate Sibiu, avînd în profil construcția de aparate speciale termotehnice și electrice.

IV. Organizarea sectorului electroenergetic în R.P.R.

În 1948, în urma actului naționalizării s-au înființat întreprinderile regionale de electricitate, care cuprindeau principalele instalații de producere și distribuție a energiei electrice existente. În această primă etapă, în cadrul întreprinderilor de electricitate era concentrată și activitatea de proiectare și cea de execuție de lucrări noi.

În perioada 1950—1953 întreprinderile de electricitate au preluat de la Sfaturile Populare și de la întreprinderile industriale instalațiile electrice mai importante (Timișoara, Cîmpina, Buhuși etc.).

În 1952 s-a înființat întreprinderea „Energo-reparații", destinată a asigura repararea agregatelor din centralele electrice și a executa piesele de schimb necesare.

În 1956 s-a creat în cadrul DGEE — Serviciul de Dispecer Național, în scopul preluării conducerii operative a sistemului interconectat.

În ceea ce privește problema proiectării instalațiilor energetice care trebuiau să fie construite corespunzător cerințelor tehnicii moderne, s-a constatat după 1948 că aceasta nu mai putea fi rezolvată în mod disparat de fiecare întreprindere de electricitate în parte, ci trebuia înființat un organism care să se specializeze în probleme de proiectare.

Astfel la începutul anului 1949 s-a creat Institutul de Studii și Proiectări Energetice (I.S.P.E.), folosind un mic nucleu de specialiști existenți, cărora li s-au alăturat numeroase elemente tinere.

Institutul astfel constituit s-a ocupat de la început de întocmirea proiectelor instalațiilor care urmau a se construi și stabilirea documentării științifice care a servit ca bază pentru elaborarea planului de electrificare.

Institutul de Studii și Proiectări Energetice a desfășurat totodată o activitate intensă de studii de teren și de laborator necesare întocmirii documentațiilor care trebuiau să stea la baza proiectelor executării lucrărilor.

În 1958, din necesitatea unei mai bune coordonări a activităților, sectorul de studii și cercetări de teren și de laborator a fost desprins de I.S.P.E. și constituit ca întreprindere aparte de cercetări și studii energetice (I.C.S.E.).

În decursul existenței de 10 ani, Institutul de Studii și Proiectări Energetice a desfășurat o intensă activitate și a rezolvat numeroase probleme dificile, ajungînd să dea soluții la nivelul tehnicii mondiale. Totodată Institutul a fost preocupat din ce în ce mai mult de realizarea unor soluții cît mai economice.

Pentru lucrările de calitate realizate de Institut, i s-a acordat titlul de Laureat al Premiului de Stat pe anul 1949.

În realizarea sarcinilor sale, I.S.P.E. a primit un sprijin prețios din partea Uniunii Sovietice, prin documentația tehnico-științifică, prin pregătirea de specialiști trimiși în U.R.S.S., precum și prin specialiștii sovietici care au venit în R.P.R.

Prin experiența dobîndită, cele două institute, I.S.P.E. și I.C.S.E. pot rezolva în prezent toate problemele legate de proiectarea instalațiilor necesare realizării planului de electrificare.

V. Organizarea sectorului de construcții și montaje energetice

Execuția lucrărilor planului de electrificare a fost integral asigurată de întreprinderi din țară.

În acest scop s-a creat în anii puterii populare un trust de construcții și montaje pentru lucrările necesare termo și hidrocentralelor, liniilor și stațiilor electrice de transport și distribuție.

Această întreprindere echipată cu utilaj modern, care permite un înalt grad de mecanizare, dispune de numeroase cadre specializate de muncitori, tehnicieni și ingineri. În cadrul trustului se găsește și o întreprindere care produce elemente prefabricate necesare lucrărilor, ca de exemplu stîlpi de beton armat centrifugați și vibrați, panouri pentru camere de comandă complet echipate, stîlpi metalici etc.

Pentru marea centrală hidroelectrică de la Bicaz, s-a creat o întreprindere specială, care execută toate lucrările de construcții ale acestei centrale.

O contribuție importantă la realizarea cu succes a sarcinilor acestor întreprinderi a avut-o sprijinul primit din Uniunea Sovietică sub formă de utilaj modern, material documentar și specialiști care au contribuit la formarea cadrelor.

În prezent, datorită dezvoltării și nivelului tehnic la care s-a ajuns, trustul de construcții și montaje este profilat și în măsură să execute orice lucrare de specialitate din planul de electrificare.

VI. Probleme privind organizarea exploatării instalațiilor electroenergetice

Dezvoltarea rapidă a instalațiilor energetice din țara noastră, începînd cu primul plan cincinal, a pus în fața sectorului industriei energiei electrice probleme grele de organizare a exploatării și completare a instalațiilor; pentru rezolvarea lor se impunea :

1. Să se pregătească, atît numeric cît și calitativ într-un termen scurt, cadrele tehnice necesare centralelor și rețelelor, de asemenea să se ridice nivelul tehnic al cadrelor existente, pentru a putea face față problemelor tehnice noi.

2. Să se înzestreze instalațiile energetice cu aparataj modern, capabil să reducă la minim timpul și durata avariilor.

3. Să se utilizeze laboratoarele întreprinderilor cu aparatajul corespunzător necesar încercărilor preventive ale instalațiilor.

4. Să se efectueze reparațiile curente și capitale ale instalațiilor în mod planificat și organizat, cu mijloace locale sau cu mijloace centralizate.

5. Să se organizeze comanda operativă a sistemului electroenergetic interconectat.

6. Să se organizeze confecționarea aparatajului și instalațiilor speciale necesare prevenirii avariilor și funcționării economice.

Aceste sarcini au fost îndeplinite prin eforturile comune ale muncitorilor, tehnicienilor și inginerilor din sector.

Pregătirea cadrelor tehnice necesare centralelor și rețelelor noi, precum și ridicarea nivelului tehnic s-au realizat pe mai multe căi.

S-a realizat specializarea unui număr important de cadre de muncitori, tehnicieni și ingineri (în general cadre tinere) în instalațiile energetice din U.R.S.S. și C.S.R.

— Personalul destinat pentru exploatarea instalațiilor în curs de execuție a luat parte efectiv la montarea și punerea în funcție a acestora.

— S-au organizat în anii 1956—1957 cursuri de ridicare a nivelului tehnic al tehnicienilor și inginerilor, mobilizîndu-se pentru predarea prelegerilor specialiști de înaltă calificare.

— S-au întocmit instrucțiuni tehnice pentru fiecare loc de muncă. În 1953 au fost aprobate prescripțiile de exploatare tehnică cu o bază de minim tehnic necesar în exploatarea instalațiilor. O atenție deosebită s-a dat instrucțiunilor de protecția muncii.

— S-au organizat instructaje obligatorii la toate nivelele de exploatare. Începînd din anul 1953—1954 s-a introdus obligativitatea examinărilor profesionale periodice ale personalului tehnic de toate nivelele.

Ținînd seamă de extinderea rapidă a sistemelor interconectate, s-au luat măsuri pentru completarea instalațiilor energetice. Astfel, de la începutul primului plan cincinal s-a procedat la modernizarea protecției prin relee a liniilor de interconexiune, prin introducerea protecției rapide de distanță, a protecției diferențiale etc.

VII. Perspectivele dezvoltării electrificării în R.P.R.

Analizînd realizările electrificării în cei 15 ani de la eliberare se constată o creștere importantă a nivelului de dezvoltare a instalațiilor și cadrelor actuale față de cele existente la începutul acestui interval. Acest progres însemnat deschide perspective largi dezvoltării ulterioare a instalațiilor electroenergetice din țara noastră.

În ședința plenară a Comitetului Central al Partidului Muncitoresc Romîn din 26—28 noiembrie 1958 s-au fixat lucrările principale care vor fi executate în anii 1959—1960 și în industria energiei electrice. Astfel, se prevede punerea în funcțiune a Centralei hidroelectrice „V.I. Lenin" Bicaz și a centralei Fabricii de celuloză de stuf de la Brăila, extinderea CET Borzești, construirea de linii de interconexiune de înaltă tensiune etc.

Se prevede ca în perioada 1959 — 1960 să se extindă liniile de 110 kV cît și cele de 6—35 kV, urmînd a fi legate la sistemul energetic și o serie de regiuni încă neacoperite de rețele electrice de înaltă tensiune. Astfel, în 1959 vor fi racordate la sistemul energetic prin linii de 110 kV orașele Craiova, Baia Mare și vor începe lucrările de racordare a regiunilor Suceava, Constanța și Oradea, astfel ca în 1960 să se realizeze sistemul unic energetic național.

Hotărîrile Plenarei prevăd ca în acest timp să înceapă și construirea unei centrale de termoficare la Ploiești.

În prezent, se efectuează studiile necesare pentru elaborarea planului de electrificare de perspectivă pe perioada 1960—1965 și 1975.

Astfel, se prevede pentru viitor o creștere importantă a consumului de energie electrică, care va situa țara noastră la nivelul țărilor tehnic avansate.

Pentru a se asigura sporul de energie electrică cerut, se prevede construirea unei puteri importante de centrale termo și hidroelectrice.

Astfel, se prevede construirea de centrale termoelectrice echipate cu grupuri cu puteri mari (100 și 150 MW) și parametri ridicați (140 ata și 570°C), ca de exemplu centrala Luduș și centrala Craiova.

Pentru perioada 1960—1965 se preconizează construirea unor linii de 220 kV de interconexiune între sisteme, precum și o dezvoltare mai intensă a liniilor de 110 kV.

Prin apariția liniilor de 220 kV și a unor linii de 110 kV se vor întări legăturile între sistemele energetice.

De asemenea, după 1960 se va construi o linie de 380 kV care va fi utilizată pentru livrarea de energie electrică în Republica Cehoslovacă. Prin această lucrare R.P.R. va intra în rîndul țărilor care posedă rețele de foarte înaltă tensiune.

Pentru perioada 1961—1975 se prevede o creștere importantă a sistemului de electrificare rurală și agricolă.

Realizările de pînă acum arată preocuparea continuă a cadrelor tehnice care lucrează în domeniul electrificării pentru introducerea tehnicii noi, în vederea îmbunătățirii indicilor tehnico-economici și instalațiilor energetice, pentru o utilizare cît mai rațională a fondului de investiții prin realizarea de lucrări cu eficacitate economică cît mai ridicată și sînt o chezășie că oamenii muncii din sectorul energetic vor munci mai bine pentru a îndeplini și depăși sarcinile pe care partidul și guvernul le trasează pentru electrificarea întregii noastre patrii, în scopul îmbunătățirii continue a nivelului de trai.

Contribuţia Institutului de studii şi proiectări energetice la realizarea electrificării ţării noastre

Ing. *N. ARMENCOIU*
Directorul Institutului de Studii şi Proiectări Energetice

În cadrul marilor realizări şi progrese înfăptuite pe drumul electrificării patriei noastre, după eliberarea ei de sub jugul fascist, un rol deosebit l-au avut efectuarea studiilor necesare pentru elaborarea planului de electrificare şi proiectarea centralelor, liniilor şi staţiilor electrice prevăzute în acest plan.

I. Activitatea de studii şi proiectări energetice înainte de anul 1944

Situaţia generală energetică a ţării noastre înainte de eliberarea de sub jugul fascist era destul de grea. Puterea instalată în centralele electrice nu depăşea 700 MW şi era fărîmiţată în numeroase centrale de mică putere, neeconomice. Consumul de căldură mediu în centralele termoelectrice avea valori ridicate (circa 6 000 kcal/kWh). Producţia anuală de energie electrică ajunsese în ultimii ani înainte de eliberare la numai circa 1 300 GWh/an, ţara noastră fiind la acea vreme printre ultimele din Europa în ceea ce priveşte valoarea consumului specific de energie electrică pe cap de locuitor (circa 75 kWh/locuitor).

Puţine centrale erau interconectate şi lungimea liniilor electrice de transport şi distribuţie era redusă (127 km linii de 110 kV).

Această înapoiată situaţie generală energetică era legată şi de o foarte redusă activitate de studii şi proiectări energetice în acea vreme.

O caracteristică a epocii, în această privinţă, o constituie lipsa totală de linii directoare, de concepţii unitare în ceea ce priveşte folosirea resurselor energetice ale ţării.

Înainte de anul 1944 nu s-a elaborat nici un plan sau program oficial privind electrificarea ţării. De asemenea, nu a existat nici o organizaţie centrală pentru efectuarea de studii şi pentru proiectarea unor obiective energetice importante ca centrale electrice, linii de transport etc. Unităţi dispersate de proiectări energetice existau numai în cadrul cîtorva întreprinderi de electricitate mai mari şi activitatea acestora era limitată la lucrări de importanţă regională sau locală. Lucrările energetice mai importante erau în general proiectate de firmele străine care furnizau echipamentul şi care nu se preocupau de încadrarea lucrărilor într-un ansamblu energetic.

De asemenea, în ce priveşte studiul amenajării resurselor hidroenergetice ale ţării, în trecut nu a existat o instituţie care să fi organizat studiul datelor de bază necesare : înregistrarea datelor hidrologice, efectuarea studiilor geologice şi a lucrărilor de cercetare etc.

Problemele de energetică generală, de electrificare a ţării şi de amenajare a resurselor ei hidroenergetice au constituit în trecut, în mod sporadic, o preocupare doar pentru organizaţiile profesionale ale inginerilor sau pentru unii specialişti, care prin eforturi personale au adus o contribuţie la cunoaşterea şi lămurirea unora dintre aspectele lor.

II. Activitatea de studii şi proiectări energetice în perioada 1944—1949

Regimul de democraţie populară instaurat în urma eliberării patriei noastre de sub jugul fascist a deschis perspective largi industrializării ţării, dezvoltării tuturor ramurilor economiei naţionale şi lichidării înapoierii ţării noastre în toate domeniile vieţii economice şi sociale.

În primii ani după eliberare a fost necesar să se rezolve şi în domeniul energetic o serie de sarcini legate de refacerea instalaţiilor distruse de război şi de normalizarea vieţii economice. În această perioadă au fost îmbunătăţite şi sprijinite unităţile de proiectare existente în cadrul întreprinderilor mai importante, în vederea efectuării studiilor şi a proiectelor pentru instalaţiile noi ce trebuiau realizate pentru a face faţă creşterii consumului de energie electrică.

Printre lucrările mai importante a căror studii sau proiecte au fost întocmite sau începute în această perioadă de diverse întreprinderi se menţionează :

— Uzina hidroelectrică Văliug, a cărei execuţie a început în anul 1947 (C. M. Reşiţa).

— Uzinele hidroelectrice Moroeni şi Corbeni-Argeş (I.R.E.B.). Pentru prima s-a început proiectarea, iar pentru a doua uzină s-au făcut numai o parte din studiile de teren.

— Uzinele hidroelectrice Bistriţa-Bicaz şi Prisaca Dornei (C.F.R. — Direcţia Electrificării) pentru care s-au făcut studii generale şi o parte din studiile de teren.

— Uzina hidroelectrică Aştileu pe Crişul Repede (I. E. Oradea) a cărei execuţie a început în 1948.

— Linia electrică de 60 kV Bucureşti-Giurgiu (Russe) (I.R.E.B.) executată în 1948.

III. Activitatea de studii şi proiectări energetice în cursul perioadei 1949—1959

Actul revoluţionar al naţionalizării industriei din anul 1948 a creat condiţiile pentru reorganizarea întreprinderilor industriale şi dezvoltarea planificată a economiei naţionale.

Pentru a se putea asigura acoperirea consumului de energie electrică cerut de dezvoltarea industrială şi economică a ţării era necesară extinderea masivă şi în timp scurt a instalaţiilor energetice existente la acea dată (centrale electrice, linii de transport şi distribuţie, staţii şi posturi de transformare etc.). Pentru ca extinderea acestor instalaţii să se facă în mod judicios şi economic era necesar să se întocmească un plan general de electrificare a ţării şi să se înfiinţeze o puternică organizaţie de studii şi proiectare.

În acest scop, la 1 martie 1949 s-a înfiinţat Institutul de Studii şi Proiectări Energetice (ISPE). Cadrele acestui institut au fost formate la început dintr-un număr restrîns de ingineri cu experienţă în domeniul energeticii, din specialişti din învăţămîntul superior, precum şi din ingineri de la unităţile de proiectare existente sau absolvenţi ai şcolilor de specialitate.

Rolul acestui institut a fost pe de o parte de a efectua studiile pentru elaborarea planului de electrificare şi pe de altă parte de a proiecta instalaţiile prevăzute în acest plan.

În decurs de 10 ani de existenţă ISPE a dezvoltat o intensă activitate de studiere şi proiectare, cuprinzînd :

— studiile necesare elaborării pe etape a planului de electrificare a ţării noastre, precum şi studiul utilizării în acest scop a resurselor energetice ale ţării noastre ;

— studiul dezvoltării şi al funcţionării sistemelor energetice ;

— studiile de teren şi laborator necesare pentru întocmirea proiectelor de instalaţii energetice ;

— proiectarea uzinelor hidroelectrice, a centralelor termoelectrice, a staţiilor de transformare, precum şi a liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice.

În cele de mai jos se vor analiza succesiv realizările mai importante în materie de studii şi proiectări ale ISPE în cursul primilor 10 ani de activitate (1949—1959).

A. Activitatea de studii şi planuri de perspectivă

1. *Planul general de electrificare.* În primii doi ani de activitate, ISPE a avut sarcina de a aduna şi prelucra datele şi materialul necesar întocmirii planului de electrificare pentru prima etapă de 10 ani (1951—1960).

Primul plan de electrificare al ţării noastre, elaborat sub directa conducere şi îndrumare a CC al P.M.R. şi personal a tovarăşului *Gh. Gheorghiu-Dej*, a avut un conţinut bogat legat de nevoile şi realităţile concrete ale patriei noastre.

Prin planul de electrificare s-au fixat principiile de bază privind utilizarea resurselor energetice în vederea electrificării ţării şi s-au stabilit principalele lucrări necesare a fi executate în cursul primei etape de 10 ani.

În cadrul acestui plan s-a tratat pentru prima dată în ţară şi problema folosirii multilaterale a apelor, legată de amenajările hidroelectrice ale cursurilor de ape din ţară.

Pentru a putea elabora şi adapta în mod permanent planul de electrificare nevoilor reale ale ţării, ISPE a efectuat numeroase studii şi memorii tehnico-economice complexe privind justificarea şi definitivarea soluţiilor de realizare ale centralelor hidroelectrice şi termoelectrice, precum şi ale staţiilor de transformare şi ale liniilor de transport şi distribuţie.

În cadrul studiilor executate s-a ţinut seama de noile tendinţe şi progrese tehnice în ramura producerii, transportului şi distribuţiei energiei electrice, căutîndu-se să se găsească şi să se promoveze soluţii care, în condiţiile specifice ale ţării noastre, pot conduce la utilizarea cît mai raţională a resurselor de energie, asigurarea acoperirii consumului, utilizarea optimă a fondurilor de investiţii şi scăderea preţului de cost şi a consumului specific de combustibil.

Pentru cel de-al doilea cincinal s-a studiat dezvoltarea instalaţiilor de producere şi transport ţinîndu-se seama de realizările şi rezultatele de exploatare obţinute în cursul primului cincinal, de evoluţia cunoaşterii resurselor energetice, precum şi de prevederile noi de dezvoltare ale consumului în diferite regiuni ale ţării. Pe baza acestui studiu s-a propus intensificarea ritmului de construcţii a liniilor de transport, extinderea centralelor puse în funcţiune în primul cincinal, construcţia unor centrale noi de termoficare, precum şi a unor uzine hidroelectrice în sistemele deficitare.

2. *Studiul resurselor şi al amenajării de uzine hidroelectrie.* Studiul amenajării resurselor hidroenergetice ale ţării noastre a constituit o preocupare importantă a institutului, care a executat un volum mare de studii şi cercetări de teren pentru inventarierea sistematică a potenţialului şi studiul amenajării cursurilor de apă pe bazine hidrografice, precum şi pentru studiul condiţiilor tehnice şi economice de amenajare a uzinelor hidroelectrice mai importante.

Inventarierea potenţialului hidroenergetic şi studiul amenajării căderilor de apă s-au făcut într-o primă etapă pentru toate cursurile de apă din ţară, în care scop s-au executat recunoaşteri complexe pe teren pentru cunoaşterea condiţiilor de amenajare şi pentru găsirea posibilităţilor de creare de lacuri de acumulare. În urma efectuării acestor studii în prezent se cunosc mai bine resursele hidroenergetice ale ţării noastre ; potenţialul teoretic al cursurilor de apă (inclusiv partea noastră din potenţialul Dunării) este de aproximativ 70 miliarde kWh

într-un an mediu, potențialul tehnic amenajabil este de aproximativ 36 miliarde kWh, iar volumul lacurilor de acumulare prevăzute în schemele de amenajare ale rîurilor interioare este de aproximativ 7 miliarde m^3.

Pentru rîurile cu potențial hidroenergetic important, însumînd 60 % din potențialul hidroenergetic al țării, studiul potențialului a fost adîncit pe bază de studii geologice și hidrologice și de ridicări topografice.

Pentru o parte din uzinele hidroelectrice a căror realizare a apărut posibilă și rațională într-o primă etapă din studiul planurilor generale de amenajare, s-au efectuat studii tehnico-economice pe bază de lucrări de cercetare de teren corespunzătoare. În cadrul acestor studii s-au aplicat principiile moderne de amenajare a căderilor de apă pentru găsirea soluțiilor optime și folosirea condițiilor naturale favorabile, urmărindu-se crearea de mari lacuri de acumulare și concentrarea debitelor și a căderilor în vederea realizării unor centrale de mare putere. Pentru stabilirea parametrilor principali ai uzinelor și a economicității amenajărilor s-au utilizat metode noi de calcule tehnico-economice, ținîndu-se seama de posibilitățile de încadrare a centralelor în curbele de sarcină ale sistemelor energetice și de indicii energo-economici ai centralelor termoelectrice echivalente.

Prin aceste studii s-au evidențiat posibilități de construcție avantajoase și sigure din punct de vedere al condițiilor geologice pentru o serie de uzini de vîrf cu mari lacuri de acumulare și cu puteri între 100 și 300 MW, pe Lotru, Sebeș, Someș, Argeș și Rîul Mare, dintre care o parte se pretează la supraechipări mari prin adoptarea unui tip de amenajare combinat cu pompaj.

În cadrul acestor amenajări s-a studiat și s-a propus construcția unor baraje cu lacuri de acumulare foarte mari, care vor permite o regularizare superanuală a debitelor.

Uzinele menționate mai sus fac parte dintre amenajările cele mai economice care se pot realiza pe cursurile noastre de apă interioare. Indicii de cost ai uzinelor respective sînt cuprinși între 4 600 și 7 000 lei/kW instalat, iar în cazul soluțiilor cu pompaj scad pînă aproape de 4 000 lei/kW instalat; aceste valori reprezintă 40—70 % din indicii de cost ai uzinelor hidroelectrice construite pînă în prezent în țara noastră.

Studiile tehnico-economice ale uzinelor de pe Dunăre, care sînt în curs de elaborare de ISPE în colaborare cu institutele de proiectare de specialitate ale celorlalte țări riverane, au pus probleme de un specific nou proiectanților noștri, legat de volumul mare și variat al lucrărilor și de caracteristicile hidrologice ale fluviului.

3. *Studiul utilizării resurselor de combustibil pentru producerea de energie electrică și termică.* În studiile privitoare la centralele termoelectrice, pentru utilizarea rațională a resurselor de combustibil, s-a urmărit atît realizarea de centrale cu unități mari și parametrii ridicați, cît și găsirea soluțiilor celor mai economice de alimentare cu căldură și energie electrică a consumatorilor prin aplicarea termoficării industriale și urbane.

În special s-au executat numeroase studii de termoficare industrială și urbană, pe baza cărora s-au justificat și s-au propus realizarea unor centrale importante de termoficare pentru deservirea unor consumatori mari sau a unor grupe de consumatori, precum și realizarea unor centrale de puteri între 1 și 6 MW sau extinderea și reprofilarea unor centrale existente pentru deservirea consumatorilor industriali mai mici.

Ca urmare a studiilor efectuate de ISPE referitoare la aplicarea termoficării la noi în țară, s-au realizat sau se află în curs de realizare următoarele lucrări mai importante :

— CET Borzești și extinderea acesteia cu 125 MW în vederea alimentării unui complex al industriei chimice;

— CET Ploiești, propusă din inițiativa institutului nostru cu scopul de a corecta o situație energetică existentă din cele mai necorespunzătoare. Această centrală va prelua un consum important de abur necesar unor rafinării din Ploești, care în prezent este produs de un număr mare de cazane mici și neeconomice. Numai pe baza consumului de abur existent se poate instala în termoficare 100 MW și realiza o economie de cheltuieli anuale de 50 mil. lei. Prin dezvoltarea consumului existent și amplasarea unor noi consumatori lîngă această centrală puterea ei va crește în viitor.

— Reprofilarea centralei Grozăvești ca centrală de termoficare cu scopul de a acoperi o parte din consumul industrial și urban de căldură al capitalei.

— Amplasarea unor consumatori pe lîngă centralele care dispun de grupuri de termoficare, cum este cazul Fabricii de plăci aglomerate din lemn, care a fost amplasată lîngă CET Brăila.

— Ameliorarea profilului unor centrale noi, ca de exemplu a CET Govora, unde la propunerea făcută de ISPE s-a instalat echipament cu parametrii mai ridicați, obținîndu-se un spor de putere de 7 MW.

Prin soluțiile de termoficare date și prin propunerile de grupare sau de amplasare a noilor industrii mari consumatoare de căldură, s-au obținut rezultate importante atît în ce privește economiile de investiții și cheltuieli anuale, cît și în ce privește reducerea consumului de combustibil.

În trecut existau numai cîteva centrale mici de termoficare industrială, în special pe lîngă fabricile de zahăr și hîrtie, a căror putere totală se ridica în 1950 la circa 90 MW (centrale mai mari de 1 MW) cu o producție de aproximativ 360 GWh/an, din care în regim de termoficare circa 180 GWh, fiind foarte puțin utilizate posibilitățile mari de termoficare ale rafinăriilor de petrol. În prezent, în urma punerii în funcțiune a centralelor mari de termoficare Borzești și Teleajen, precum și a unui număr mare de grupuri de termoficare instalate în centrale mai mici, puterea totală instalată a centralelor de termoficare a crescut mult, econo-

mia de combustibil obținută datorită aplicării termoficării ajungînd în situația actuală la aproximativ 420 000 tcc/an, față de o economie de aproximativ 145 000 tcc/an cît era în 1950.

În anii următori, economiile de combustibil obținute datorită aplicării termoficării vor crește și mai mult în urma intrării în funcțiune a centralelor și a grupurilor noi de termoficare în curs de construcție sau montaj (Ploești, Borzești, Govora, Chișcani Roznov, Grozăvești etc.). Astfel, numai prin punerea în funcțiune a CET Ploești se va obține o economie de combustibil de circa 140 000 tcc/an.

Datorită aplicării progresive a termoficării, a construcției noilor centrale cu parametrii superiori, precum și a posibilităților unor repartiții mai raționale a producției pe centrale care funcționează în sistemul interconectat, s-a redus consumul specific de combustibil de la 0,69 kg cc/kWh în 1950 la aproximativ 0,52 kg cc/kWh în 1958, ceea ce corespunde unui consum specific de căldură de 4 830 respectiv 3 640 kcal/kWh

În scopul economisirii de combustibil s-au făcut studii pentru valorificarea resurselor secundare de căldură ale unor întreprinderi pentru producerea de energie electrică, pe baza cărora s-a propus un tip de cazan recuperator de parametrii ridicați (40 ata). Mai multe astfel de cazane sînt în curs de instalare.

4. *Studii privind dezvoltarea și funcționarea sistemelor energetice, precum și alimentarea cu energie electrică a marilor consumatori industriali și urbani.* În această direcție s-au întocmit numeroase lucrări privind :

— crearea, dezvoltarea și funcționarea sistemelor energetice, precum și problemele puse de interconectarea lor într-un sistem energetic național unic ;

— stabilirea soluțiilor pentru interconectarea sau racordarea la sistemele energetice a centralelor electrice și a centrelor de consum locale ;

— stabilirea soluțiilor pentru alimentarea cu energie a consumatorilor industriali și a diferitelor regiuni din țară ;

— alimentarea cu energie, dezvoltarea și sistematizarea rețelelor pentru orașele mari și centrele industriale mai importante.

Prin aceste studii s-au stabilit soluțiile care au condus la crearea și dezvoltarea sistemelor energetice, trecîndu-se de la situația din 1944, cînd în țara noastră existau numai cîteva sectoare locale interconectate, la construirea treptată a sistemelor energetice : Muntenia, Ardealul central, Ardealul de sud-vest, Moldova și Dobrogea și apoi la realizarea sistemului interconectat de 110 kV pe întreaga țară.

Creșterea puterilor instalate ale sistemelor interconectate este arătată în fig. 1, din care se poate remarca ritmul deosebit de dezvoltare a sistemului național de 110 kV. Puterea instalată a centralelor interconectate pe 110 kV a crescut de la aproximativ 210 MW, cît avea rețeaua interconectată București-Dobrești în 1948, la aproximativ 550 MW în 1954, cînd a fost interconectat sistemul Muntenia cu sistemele Ardealul central și de sud-vest și a ajuns în prezent la circa 1 320 MW în urma dezvoltării sistemelor și a interconectării și a sistemului Moldova. La finele anului 1960, cînd vor fi interconectate toate centrele importante

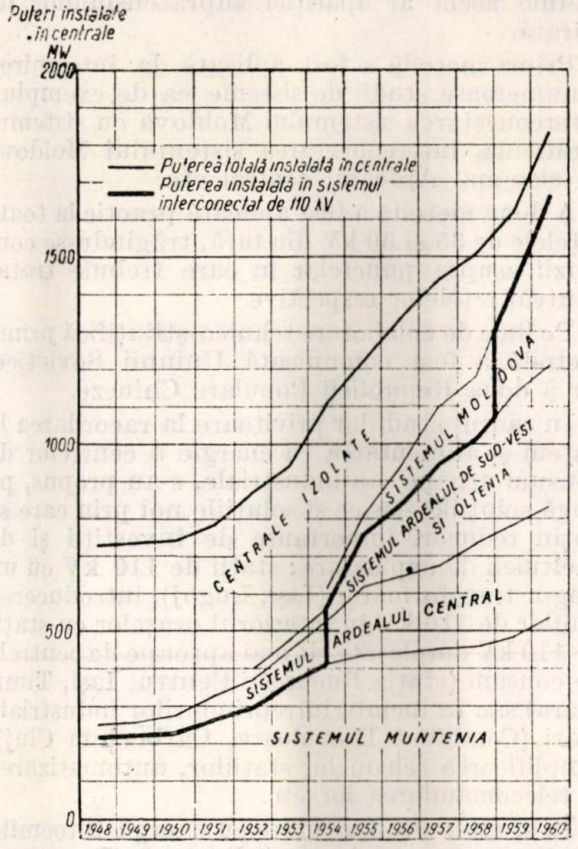


Fig. 1. Creșterea puterii instalate a centralelor din sistemul interconectat de 110 kV.

din țară, puterea centralelor interconectate va fi de aproape 8 ori mai mare decît puterea centralelor interconectate în 1948. În raport cu puterea totală instalată în centrale, proporția centralelor interconectate pe 110 kV a crescut de la circa 28 % în 1948, la circa 82 % în 1959, iar la finele anului 1960 va ajunge la aproximativ 90 %, realizîndu-se astfel încă din cursul acestui an sarcinile trasate de Congresul al II-lea al P.M.R. cu privire la interconectarea sistemelor.

Pe măsura dezvoltării sistemului național a fost necesar să se întocmească studii speciale de funcționare a sistemelor energetice în legătură cu probleme de reglaj, stabilitate statică și dinamică, regimuri disimetrice, tratarea neutrului etc. În acest scop s-a organizat o grupă specializată în rezolvarea acestor chestiuni, care azi poate răspunde la toate problemele moderne de interconexiuni care se pun sistemului nostru național. În metodologia folosită de I.S.P.E. pentru rezolvarea acestor probleme s-au utilizat și două metode noi românești propuse de ing.

P. Dimo, metode ce au dat rezultate din cele mai interesante.

Prima metodă destinată studiului sistemelor energetice foloseşte un analizor grafic pentru reţelele electrice. A doua metodă furnizează un nou criteriu de tratare a punctului neutru, şi anume acela al apariţiei supratensiunilor de durată.

Prima metodă a fost aplicată la întocmirea a numeroase studii de sisteme ca de exemplu : interconectarea sistemului Moldova cu sistemul Muntenia, interconectarea sistemului Moldova cu sistemul Ardealul central etc.

A doua metodă a fost aplicată practic la toate reţelele de 35 şi 60 kV din ţară, trăgîndu-se concluzii asupra punctelor în care trebuie tratat neutrul reţelelor respective.

Pe linie de colaborare tehnico-ştiinţifică prima metodă a fost comunicată Uniunii Sovietice, iar a doua Republicii Populare Chineze.

În cadrul studiilor privitoare la racordarea la sistem şi alimentarea cu energie a centrelor de consum urbane sau industriale, s-au propus, pe lîngă soluţiile clasice şi soluţiile noi prin care se obţin reduceri importante de investiţii şi de cheltuieli de exploatare : staţii de 110 kV cu un singur transformator (Iaşi, Lugoj), introducerea liniilor de 110 kV în interiorul oraşelor cu staţii de 110 kV amplasate cît mai aproape de centrele de consum (staţia Bucureşti Centru, Iaşi, Timişoara) sau în incinta întreprinderilor industriale mari (Combinat Hunedoara, Carbochim Cluj), simplificarea schemelor staţiilor, automatizarea şi telecomandarea lor etc.

În studiile de alimentare cu energie întocmite pentru toate oraşele mari din ţară (Bucureşti, Timişoara, Cluj, Iaşi, Galaţi, Oradea etc.) s-au propus soluţii moderne pentru sistematizarea şi dezvoltarea reţelei de înaltă tensiune, precum şi pentru construcţia staţiilor de racord la sistem, pentru a se asigura acoperirea necesităţilor de consum prevăzute.

Astfel în ceea ce priveşte oraşul Bucureşti s-a prevăzut realizarea unei centuri de 110 kV completată cu o diagonală ce traversează mijlocul oraşului şi permite alimentarea consumului central concentrat direct din înaltă tensiune (110 kV) soluţie ce constituie un procedeu modern în tehnica alimentării oraşelor cu energie electrică.

De asemenea problema mult discutată în literatura de specialitate a numărului optim de tensiuni necesare alimentării unui mare oraş a fost analizată pentru capitală conturîndu-se limitele economice în care este oportună dezvoltarea reţelei de 30 kV.

Tot în cadrul studiului alimentării cu energie a capitalei s-a analizat schema optimă din punct de vedere economic a reţelei de fideri de medie tensiune, ţinînd seama de diverse soluţii adoptate în tehnica mondială şi s-a dat ca soluţie modificarea schemei folosite actualmente şi trecerea la o schemă mai economică şi care prezintă aceeaşi siguranţă de exploatare.

Problemele similare la scară mai mică au fost analizate pentru celelalte oraşe mai importante din ţară.

B. Efectuarea studiilor de teren, precum şi a cercetărilor de laborator necesare întocmirii proiectelor

Pentru a face posibilă activitatea de proiectare propriu-zisă, precum şi pentru studiul amenajării cursurilor de apă, a fost necesar să se organizeze executarea următoarelor categorii de lucrări :

- studii hidrologice şi măsurători hidrometrice ;
- studii geologice şi geotehnice ;
- încercări şi probe de laborator privind materiale de construcţie, lianţi etc.
- studii pe modele efectuate în laborator ;
- măsurători topometrice.

1. *Studii hidrologice şi măsurători hidrometrice.* În trecut exista un număr cu totul insuficient de staţiuni hidrometrice, iar pe multe cursuri de apă importante energetic nu era nici o staţiune, şi în plus la staţiunile existente nu se efectuau măsurători sistematice de debite.

Cerinţele cele mai imperioase şi urgente de cunoaştere a regimului cursurilor de apă erau resimţite în special în domeniul studiului şi al proiectării de uzine hidroelectrice.

Din această cauză, I.S.P.E., îndată după înfiinţare, a creat o reţea de circa 200 de staţiuni hidrometrice şi a organizat măsurarea sistematică a debitelor cursurilor de apă.

Pe baza materialului bogat obţinut s-au întocmit studiile hidrologice pentru toate cursurile de apă pentru care s-au elaborat proiecte de uzine hidroelectrice, proiecte de alimentări cu apă a centralelor termoelectrice şi studii de inventariere şi de amenajare a potenţialului hidroenergetic.

2. *Studii geologice şi geotehnice.* O activitate importantă a constat din întocmirea studiilor geologice şi geotehnice, pe bază de numeroase lucrări de cercetare : foraje, galerii, puţuri etc., care au pus la dispoziţia proiectanţilor datele necesare proiectării uzinelor hidroelectrice, centralelor termoelectrice, liniilor de înaltă tensiune şi staţiilor de transformare.

Toate lucrările efectuate de acest gen au constituit la înfiinţarea institutului probleme noi în ţara noastră. Cu ajutorul specialiştilor sovietici şi cehoslovaci, o serie de tineri ingineri şi tehnicieni, ajutaţi de tovarăşi cu experienţă în acest domeniu, au format un colectiv închegat care poate să rezolve astăzi orice problemă de geologie inginerească legată de planul de electrificare.

3. *Încercări de laborator privind materialele de construcţii şi altele.* Pentru efectuarea studiilor

asupra materialelor de construcție necesare executării uzinelor hidroelectrice și centralelor termoelectrice, în cadrul I.S.P.E. a fost organizată o secție de laboratoare dotată cu utilajul necesar.

În cadrul acestei secții s-au studiat materialele de construcții pentru uzinele hidroelectrice : V. I. Lenin-Bicaz, Sadu V etc., pentru centralele termoelectrice : Sîngeorgiu, Doicești, Borzești etc., cît și pentru o serie de alte lucrări.

Folosirea de metode noi și înaintate, obținerea de soluții economice au stat în centrul preocupării acestei secții.

Astfel, în domeniul betoanelor de baraje s-au studiat betoane hidrotehnice cu dozaje reduse, pe baza folosirii plastifianților, ajungîndu-se la dozaje de 180 kg ciment la m^3 beton pentru interiorul barajului V. I. Lenin-Bicaz. De asemeni s-au studiat betoane cu adaosuri de antrenori de aer care permit reduceri simțitoare ale dozajelor de ciment. S-a obținut în laborator un antrenor de aer care urmează a fi experimentat pe șantier.

În problema pericolului de fisurare a betoanelor masive, s-a pus la punct o metodă originală de determinare a coeficientului de siguranță a construcțiilor de beton masiv sub efectul degajării de căldură de către ciment în funcție de caracteristicile termice și mecanice ale betonului și de temperatura de punere în operă a acestuia etc. Această metodă și-a găsit aplicare în cazul barajului U.H.E. V. I. Lenin-Bicaz.

S-au studiat și s-au stabilit efectele agresivității apelor sulfatice și a celor lipsite de duritate, frecvente în rîurile noastre de munte, față de betoanele executate cu o serie de cimenturi produse industrial.

4. *Studii pe modele efectuate în laborator.* S-au efectuat pentru prima oară în R.P.R. studii pe modele structurale pentru barajele în arc, în vederea stabilirii eforturilor și a posibilităților de ameliorare a formei și dimensiunilor.

Pentru proiectele uzinelor hidroelectrice, s-au folosit pentru prima dată la noi în țară, pe scară largă, încercările de modele hidraulice, efectuîndu-se numeroase studii de disipatori de energie, castele de echilibru, baraje mobile, prize, denisipatori etc.

În afară de economiile însemnate realizate pe această cale, a fost posibil să se adopte și mai multe soluții originale pentru prize tiroleze, puțuri de racord, instalații de sortare hidraulică etc.

În ianuarie 1958 s-a înființat „Întreprinderea de cercetări și studii de teren pentru lucrări energetice (I.C.S.E.)", care a preluat de la I.S.P.E. sarcina executării studiilor de teren împreună cu unitățile specializate în aceste lucrări.

C. Activitatea de proiectare

1. *Proiectarea uzinelor hidroelectrice.* În domeniul amenajărilor hidroenergetice realizările rămase de la vechiul regim sînt cu totul modeste. Exceptînd uzina hidroelectrică Dobrești (16 MW), în trecut s-au construit numai uzine de putere mică, care foloseau sectoare favorabile ale unor cursuri de apă, fără vreo preocupare de încadrare într-un plan de amenajare integrală.

După război, în 1947, s-a făcut un prim pas spre realizări mai importante, prin începerea construirii Uzinei Văliug, cu o putere instalată de 8 MW și un baraj de anrocamente de 50 m înălțime, care a fost proiectată de specialiști romîni și realizată în bune condiții.

Înființarea Institutului de Studii și Proiectări Energetice a reprezentat pasul hotărîtor pentru organizarea proiectării complexe și sistematice a amenajărilor hidroelectrice. O dată cu înființarea sa, I.S.P.E. a preluat proiectarea uzinei Moroeni, a cărei execuție a început tot în acel timp, și totodată a început studiile și proiectarea uzinei Sadu V (Sibiu).

Proiectarea acestor uzine, inclusiv planurile de execuție, au fost făcute în țară, cu excepția părților corespunzătoare echipamentului electromecanic și conductei forțate, care au fost proiectate de Institutul Hidroproiect din Tbilisi (U.R.S.S.). Problemele de proiectare puse în cadrul acestor amenajări au fost rezolvate cu succes și au constituit în același timp o școală de formare pentru proiectanți, un ajutor prețios în această privință fiind primit de la specialiștii sovietici care au venit la noi în țară.

U.H.E. Moroeni, prima amenajare hidroelectrică mai importantă, executată în R.P.R., folosește apele Ialomiței în aval de uzina Dobrești într-o cădere de 233,5 m, avînd o putere instalată de 15,3 MW.

Partea cea mai importantă a amenajării o constituie galeria de aducțiune de 4,8 km lungime și 2 m diametru interior, care a pus probleme de proiectare mai dificile, atît din cauza structurii geologice complexe a terenului în sectorul amenajat, cît și datorită faptului că a fost prima galerie sub presiune importantă executată la noi. U.H.E. Moroeni a fost pusă în funcțiune în 1953.

U.H.E. Sadu V, cu o putere instalată de 15,4 MW și o cădere amenajată de aproximativ 400 m, a beneficiat de posibilitatea realizării unui baraj cu un lac de acumulare de 6,5 mil. m^3. Aducțiunea, în galerie, de 5,2 km lungime, a fost realizată în condiții geologice mai bune ca la uzina Moroeni. În schimb probleme de proiectare importante le-a pus proiectarea barajului de beton de 63 m înălțime, de tipul de greutate în arc, actualmente în construcție. Pentru proiectarea acestui baraj, primul de acest gen în țara noastră, calculul eforturilor în corpul barajului s-a făcut după metode de calcul cu caracter original puse la punct de specialiștii din I.S.P.E.

U.H.E. Sadu V a fost pusă în funcțiune la finele anului 1955, utilizînd pentru captare un

batardou provizoriu. Construcția barajului în arc a început în 1959 și se va termina în 1961.

Realizarea cea mai importantă a I.S.P.E. în cursul primului deceniu de existență, depășind cu mult toate celelalte lucrări, a fost proiectarea uzinei hidroelectrice V. I. Lenin Bicaz, pe Bistrița.

Construcția acestei amenajări importante are ca scop pe de o parte alimentarea cu energie electrică a Moldovei, parte a țării lăsată de regimurile trecute într-o mare înapoiere economică, și pe de altă parte asigurarea debitului de apă necesar irigării unei suprafețe de circa 300 000 ha teren arabil în regiunile bîntuite de secetă, în partea de nord-est a Bărăganului.

Prin dimensiuni și capacitatea de producție uzina hidroelectrică V. I. Lenin-Bicaz se înscrie între lucrările remarcabile de acest fel ale Europei : puterea instalată 210 MW și un baraj înalt care creează un lac de acumulare de 1,2 miliarde m³ ce va regulariza debitele Bistriței potrivit necesităților de utilizare complexă a apelor.

Proiectarea acestei amenajări a ridicat numeroase probleme inginerești care au fost rezolvate cu succes și datorită ajutorului dat în fazele de lucru cele mai importante de către Institutele de specialitate și experți sovietici, cum și datorită colaborării cu Institutul de proiectare Hidroproiect din Praga.

Problemele de proiectare mai dificil de rezolvat au fost acelea care decurg din condițiile locale de teren, precum și acelea care decurg din volumul considerabil al lucrărilor.

Întreaga amenajare este amplasată în zona de fliș a Carpaților răsăriteni, în care apar roci sedimentare de tipul gresiilor, șisturilor, argilelor etc., prezentînd în general caracteristici fizico-mecanice puțin favorabile. Atît în amplasamentul barajului cît și pe traseul aducțiunii și la nodul de presiune condițiile geologice au impus soluții speciale.

Barajul are 127 m înălțime, inclusiv fundația, 450 m lungime la coronament și un volum de 1 600 000 m³ beton. Proiectarea acestei mari lucrări de artă și în special a organizării execuției lucrărilor a impus rezolvarea multor probleme foarte dificile.

Calculul și stabilirea dimensiunilor barajului, fundarea barajului pe o rocă tectonizată, injecțiile de consolidare și impermeabilizare a terenului de fundație, devierea apelor Bistriței pentru executarea barajului, efectuarea excavațiilor cu un volum total de circa 1 500 000 m³, din care cea mai mare parte în albia Bistriței, fabricarea și punerea în operă a betonului într-un ritm deosebit de susținut etc. sînt lucrări cu caracter special executate pentru prima dată în țară, necesitînd din partea proiectanților o judicioasă și amănunțită tratare a soluțiilor.

Deoarece la construirea barajelor masive compoziția betoanelor și calitatea cimenturilor prezintă o importanță deosebită, această problemă a fost studiată îndelung făcîndu-se numeroase cercetări de laborator prin ajutorul cărora s-a ajuns la soluții mai economice. Pentru fabricarea și turnarea cantității importante de beton s-a adoptat o mecanizare completă, începînd de la extragerea agregatelor prin hidromecanizare, pînă la turnarea cu ajutorul benelor purtate de macarale funicular.

Proiectarea tunelului de aducțiune în lungime de 4,8 km, cu diametrul interior de 7 m și cu presiune mare a apei în exploatare (circa 7 at) a pus de asemenea probleme dificile din cauza rocilor cu caracter plastic (marno-argile puternic tectonizate) pe care le străbate. Pentru stabilirea caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor s-a executat un vast program de încercări în galerii experimentale excavate în interiorul masivului și rezultatele obținute au permis elaborarea în I.S.P.E. a unei noi metode pentru calculul cămășuelii tunelului.

La proiectarea organizării execuției tunelului de aducțiune s-a adoptat o mecanizare completă a executării cămășuelii interioare. În acest scop s-au conceput și proiectat agregate speciale, mobile, care sînt comparabile cu cele similare executate în condiții speciale la executarea de amenajări hidroenergetice din străinătate.

Proiectarea castelului de apă a cerut de asemenea soluții speciale îndeosebi din necesitatea executării unei excavații cilindrice, adîncă de 70 m, cu diametru de 23 și 33 m, și a unei cămășueli de beton armat cu grosimea de 2,50 m.

În sfîrșit ar mai trebui semnalate și alte obiecte care au ridicat probleme dificile : clădirea centralei, piesa metalică pentru racordarea tunelului cu diam. de 7 m, cu cele două conducte forțate cu diam. de cîte 4,2 m fiecare, ramificațiile distribuitorului la turbine etc.

În general proiectarea diferitelor uvraje ale U.H.E. V. I. Lenin-Bicaz și stabilirea metodelor de lucru cu organizarea corespunzătoare a șantierului au reprezentat un examen serios de maturitate tehnică a proiectanților din I.S.P.E

Tabela 1

Felul lucrărilor	UHE Moroieni	UHE Sadu	UHE V.I. Lenin
Excavații 10^3 m³	470	171	4 000
Betoane și betoane armate 10^3 m³	80	80	2 300
Echipament electromecanic, tone	910	1 400	16 000

Cantitățile totale de lucrări principale ale celor trei uzini hidroelectrice executate sau în curs de execuție după proiectele I.S.P.E. sînt indicate în tabela 1.

În afară de aceste trei uzine, I.S.P.E. a întocmit proiectele tehnice și pentru alte uzine hidroelectrice.

De asemenea I.S.P.E. a întocmit o parte din proiectul de execuție a U.H.E. Aștileu și proiecte de reamenajare pentru uzine existente (Cugir etc.).

În ce privește costul lucrărilor s-a urmărit reducerea investițiilor, obținîndu-se o serie de rezultate pozitive; astfel la U.H.E. V.I. Lenin, față de devizele inițiale s-au obținut reduceri de circa 20%, iar la devizul barajului Sadu V de 17%, atît prin ameliorarea prevederilor proiectelor, cît și prin propunerile juste făcute în ce privește unele prețuri de materiale, chirii și utilaje etc.

Trebuie menționat că prețurile de cost ale diferitelor categorii de lucrări au fost reduse treptat în cursul activității de pînă acum a Institutului, datorită progresului tehnic înfăptuit, creșterii productivității muncii și experienței de proiectare. Însă mai sînt rezerve care trebuie folosite în proiectare pentru a se reda în devizele lucrărilor efortul de investiție just și real necesar pentru construcția uzinelor hidroelectrice.

2. *Proiectarea centralelor termoelectrice.* Pentru a se putea asigura în timp scurt creșterea masivă a producției de energie electrică necesară transformării socialiste a țării, s-a pus accentul pe dezvoltarea centralelor termoelectrice, urmărindu-se:

— realizarea marilor termocentrale prevăzute în planul de electrificare;
— crearea de unități energetice locale, în special centrale Diesel, în locurile unde lipsa de energie era mai accentuată;
— mărirea capacității de producție a unităților existente.

După înființarea I.S.P.E. s-a trecut la proiectarea noilor termocentrale mari — Doicești, Ovidiu II, Comănești, Sîn georgiu de Pădure, Paroșeni și Borzești, a căror putere totală depășește puterea disponibilă a tuturor centralelor existente în 1944.

Față de complexitatea și volumul problemelor tehnice ridicate de această acțiune și de insuficienta noastră experiență tehnică în acest domeniu, a trebuit să se recurgă la ajutorul U.R.S.S. și C.S.R., care a constat din:

— proiectele tehnologice — partea termomecanică și electrică, precum și proiectele părții de construcție a unor centrale;
— asistență tehnică pentru stabilirea caracteristicilor centralelor, alegerea amplasamentelor și proiectarea în țară a construcțiilor hidrotehnice și parțial a celorlalte construcții și amenajări;
— documentație tehnică și specializarea în U.R.S.S. și C.S.R. a unui număr de proiectanți.

Datorită acestui ajutor, I.S.P.E. și-a dezvoltat cadrele tehnice, încît în prezent este în măsură să rezolve problemele de proiectare a C.T.E. prin forțele proprii, la nivelul cel mai avansat.

Proiectarea marilor C.T.E. marchează un progres continuu în acest domeniu. Astfel:

Centralele Comănești de 24 MW și Ovidiu de 36 MW, cu parametrii aburului 32 ata și 400°C la cazan, se plasează din acest punct de vedere la nivelul centralelor mai mari existente în țară în acea vreme.

Centrala Doicești de 120 MW, cu parametrii aburului de 64 ata și 480°C însemnează un progres față de acestea, atît ca parametrii ai aburului, cît și prin aceea că este prima noastră mare centrală care funcționează pe lignit inferior.

Realizările următoare, C.T.E. Sîngeorgiu și C.T.E. Paroșeni, fiecare de 150 MW, sînt superioare precedentelor atît prin puterea unitară a grupurilor, cît și prin parametrii aburului de 100 ata, 510°C la cazan.

Față de acestea, centrala de termoficare Borzești, proiectată inițial pentru 100 MW, deși cu aceiași parametri ai aburului, se ridică la nivelul superior al producerii combinate de energie termică și electrică, realizînd importante economii de combustibil prin termoficare.

În prezent se proiectează centrala electrică de termoficare Ploiești, avînd parametrii aburului de 140 ata și 570°C și o putere inițială de 200 MW, precum și centralele de termoficare industrială cu echipamente din țară (C.E.T. Roznov, Tg. Jiu, Gălățași, Bucecea, Luduș etc.). Studiile și proiectele întocmite de I.S.P.E. pentru termoficarea orașului București și a altor centre sînt de asemenea exemple de lucrări pe aceiași linie a realizării de economii de combustibil prin introducerea combinată de căldură și energie electrică.

Economia de combustibil care se va obține datorită trecerii de la parametrii inițiali ai aburului de 100 ata și 500°C la 140 ata și 570°C, la patru din centralele termoelectrice noi proiectate de I.S.P.E., este de circa 100 000 t comb. convențional anual.

Un aspect important al activității de proiectare îl constituie de asemenea concepția modernă adoptată, pe bază de studii tehnico-economice, în legătură cu instalațiile de rezervă, în special cazanele de rezervă, care a permis la propunerea institutului instalarea în C.E.T. Sîngeorgiu a unui grup de 50 MW fără alte cazane decît cele existente și a asigurat o dimensionare economică a debitului de abur la toate centralele noi proiectate.

Pe linia reducerii prețului de cost al centralelor sînt de semnalat instalațiile montate în aer

liber și sălile de cazane fără schelet de rezistență propriu, proiectate atît pentru centralele mari cu echipament din import cît și pentru centralele cu echipament din țară.

S-au făcut progrese însemnate și la proiectarea instalațiilor de preparare a apei, trecîndu-se de la tratarea chimică la procedee moderne fizico-chimice (schimbători de ioni) și la demineralizarea completă a apei prin alcalinizarea condensatului cu substanțe volatile, degazare termică și chimică.

În prezent centralele termoelectrice se proiectează cu un înalt grad de automatizare, care va permite reducerea personalului de exploatare pînă la 0,7 oameni pe MW.

Trebuie menționate și progresele realizate la partea de construcții a centralelor termoelectrice, unde s-au rezolvat pe lîngă problemele de plastică și arhitectură specifică acestor importante construcții industriale, și o serie de probleme tehnice dificile, ca fundații de mașini de mare putere, rezervoare de mare capacitate pentru combustibili, structuri de rezistență de deschideri și înălțimi importante, turnuri de răcire cu capacități de 12 000m³/h și coșuri de fum ajungînd la înălțimea de 120 m, alcătuite din elemente de beton prefabricate (fig. 2).

Sînt remarcabile și lucrările complexe de alimentare cu apă de răcire, rezolvate în condiții deosebit de economice ; de exemplu la centrala Doicești și Borzești, unde apa de răcire trece prin condensatoare prin cădere liberă fără a se utiliza pompe. Lucrările hidrotehnice menite să rezolve problema alimentării cu apă de răcire a centralelor au format un domeniu vast de preocupare și activitate. Astfel, pentru centralele noi Doicești, Sîngeorgiu, Comănești, Paroșeni și Borzești s-au proiectat baraje și prize de apă cu denisipatoare de diverse tipuri și mărimi, pentru

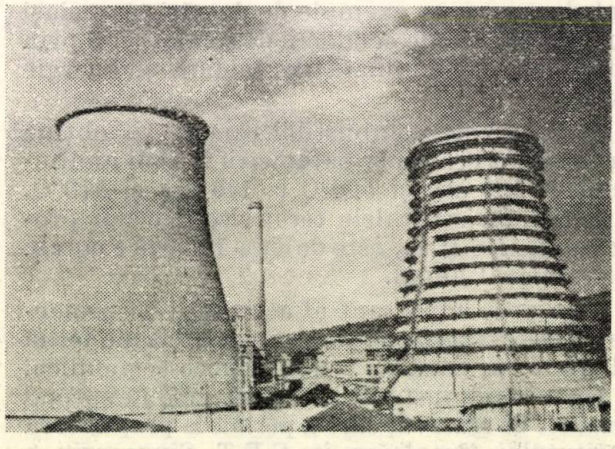


Fig. 2. Turnuri de răcire de 12 000 m³/h și coș de fum de 80 m înălțime.

debite variind între 5 și 10 m³/s, canale și conducte de aducție, bazine de compensare etc.

Indicii tehnico-economici ce se obțin pentru centralele termoelectrice în urma aplicării soluțiilor la nivelul realizărilor tehnicii moderne sînt din ce în ce mai reduși și comparabili cu cei realizați în alte țări înaintate.

Astfel pentru centralele mari (peste 100 MW), puse în funcțiune pînă în prezent la noi în țară, consumul specific de căldură variază între 3 150 kcal/kWh (Paroșeni, Sîngeorgiu) și 3 800 kcal/kWh (Doicești) la centralele cu condensație și scade la 2 800 kcal/kWh la centralele cu termoficare, echipate cu grupuri cu condensație și prize reglabile (Borzești).

Investițiile specifice ale centralelor de condensație variază între 3 000 și 5 600 lei/kW instalat, în funcție de combustibilul folosit și parametrii centralelor. În aceste cifre nu sînt cuprinse investițiile necesare pentru instalațiile de extracție a combustibilului.

Pentru centralele noi proiectate cu parametri mai ridicați (140 ata, 570°C) consumul specific va scădea la circa 2 500 kcal/kWh la centralele cu condensație și pînă la circa 1 400 kcal/kWh la centralele de termoficare, în funcție de gradul lor de termoficare.

Din comparația cu alte țări rezultă că în timp ce în țara noastră, începînd din 1953, centralele mari puse în funcțiune au parametrii aburului 100 ata și 500°C, în alte țări, de exemplu în Anglia și Italia, s-au construit încă centrale mari avînd parametrii aburului 45 sau 64 ata și 470—485°C (în Anglia Rye House 192 MW, Kedby 360 MW, Ince 240 MW, Carrington A 240 MW, Little Brook 240 MW etc. și în Italia Chivasso 240 MW, Vigliena 100 MW, Palermo 100 MW, Civitavecchia 70 MW etc.).

Noile centrale proiectate în țara noastră cu parametri ridicați sînt la același nivel, în ce privește parametri aburului și consumul specific, cu cele mai avansate realizări din tehnica mondială.

În anul 1955, cînd în S.U.A. parametrii medii ai centralelor în construcție erau 125 ata și 538/538°C, în Franța 127 ata 540/540°C, iar în Anglia parametrii de bază pentru unitățile noi proiectate a intra în funcțiune erau 106 ata 524/524°C, I.S.P.E. a întocmit S.P. pentru o centrală electrică de termoficare urbană cu echipament de 140 ata, 570°C, echipament care reprezenta cel mai avansat pas al tehnicii de construcție a turbinelor de termoficare din U.R.S.S. Ulterior aceeași tendință de ridicare a parametrilor și de folosire a tehnicii noi a împins la condiții tehnice foarte ridicate pentru C.E.T. Ploești.

În paralel cu construirea centralelor mari, nevoile imediate ale regiunilor sau ale marilor construcții (Hidrocentrala Bicaz) cereau instalări de centrale cu motoare Diesel. Primul cincinal este martorul creării sau extinderii unui număr important de astfel de centrale — Ovidiu, Deva, Turda, Sibiu, Bicaz, Baia Mare, Oradea, Craiova oraș și Craiova Electroputere etc. cu

grupuri Diesel noi sau transferate de la alte centrale interconectate la sistem.

Aceste centrale au fost proiectate în exclusivitate de I.S.P.E.

În total au fost proiectate circa 35 centrale electrice Diesel, a căror putere a variat între 100 și 20 000 CP cu o putere instalată totală de circa 170 000 CP și un număr total de circa 100 grupuri cu puteri pînă la 3 500 CP.

Proiecte cu specific deosebit au fost întocmite pentru o centrală cu grupuri Diesel plutitoare și pentru o centrală cu grup Diesel mobilă ; prima a fost realizată în două exemplare.

Amplificarea sau modernizarea centralelor existente a fost o altă sarcină permanentă și paralelă cu celelalte activități. Astfel se citează lucrările de la centralele Arad, Timișoara, Oradea, Gura Barza, Aghireș, Brăila, Schitu Golești, Florești, Cîmpina, Grozăvești. S-au proiectat în total 30 extinderi de centrale existente și centrale noi industriale cu cca 60 de cazane de abur însumînd un debit total de cca 800 t/h, cu debite unitare pînă la 50 t/h și cca 30 grupuri turbogeneratoare, însumînd o putere totală de peste 100 000 kW cu puteri variind între 750 și 25 000 kW, cu parametrii aburului pînă la 40 ata și 450°C.

Problemele de termoficare urbană și industrială constituiau un domeniu complet nou pentru proiectanții noștri în primii ani de existență a institutului. Cu ajutorul specialiștilor sovietici și prin documentarea în țările prietene, unde aceste probleme și-au găsit o soluționare practică bine precizată, au putut fi elaborate în cadrul institutului nostru, pe lîngă proiectele de termoficare a coloniilor muncitorești ale centralelor Doicești, Paroșeni și altele, proiectele de termoficare urbană a orașului București.

Astăzi în I.S.P.E. se întocmesc lucrări complexe de proiectare în domeniul termoficării, ca de exemplu proiectul de execuție a termoficării complexului industrial Borzești inclusiv a orașului Onești, proiectul de execuție a termoficării urbane și parțial industriale a zonei vest Grozăvești de la o turbină de 25 MW cu condensație și prize care se instalează la Grozăvești.

3. *Linii de transport de energie electrică*

În anul 1944 rețelele electrice de înaltă tensiune erau foarte puțin dezvoltate. Exista numai o singură linie de 110 kV cu o lungime de 127 km și cîteva linii de 60 și 30 kV în lungime totală de 400 km, în cîteva regiuni din Muntenia și Ardeal.

Pentru realizarea programului vast de construcții de linii de înaltă tensiune, cerut de electrificarea țării, a trebuit ca ISPE să se organizeze, chiar de la înființare, și pentru proiectarea acestor genuri de lucrări, în special a liniilor de 110 și 35 kV.

În acțiunea de proiectare a liniilor, ISPE a desfășurat o activitate vastă, căutînd soluții din ce în ce mai economice pentru dispoziția conductoarelor, pentru construcția stîlpilor și a fundațiilor, tipizînd elementele cele mai reușite, studiind tipuri noi care vor fi aplicate pe măsura posibilităților de execuție și proiectînd linii de toate categoriile, de la joasă tensiune și de 6—15 kV pentru electrificări rurale, pînă la linii de transport de 35 kV și 110 kV cu simplu și dublu circuit.

În perioada 1949—1959, pe baza proiectelor întocmite de ISPE s-au construit linii de înaltă tensiune în toate regiunile țării, astfel că la finele anului 1959 vor fi în funcțiune linii de 110, 60 și 35 kV în lungime totală de aproximativ 4 900 km.

Lungimea liniilor de 110 kV executate pe baza proiectelor ISPE a crescut din 1949 pînă în 1959 cu cca 2 000 km (fig. 3).

În primii ani de activitate, proiectanții de linii nu au avut la bază elemente precise și o experiență anterioară, în special pentru tensiunea de 110 kV, și nici prescripții complete și corespunzătoare. Din aceste motive, paralel cu proiectarea propriu-zisă a liniilor, ISPE s-a preocupat și de probleme teoretice cu caracter general, ca studiul sarcinilor climatice, analizarea ipotezelor de calcul și a coeficienților de siguranță, aplicarea conductoarelor de protecție și a instalațiilor de punere la pămînt, structura statică a stîlpilor etc., îmbunătățind continuu prescripțiile și formîndu-și o con-

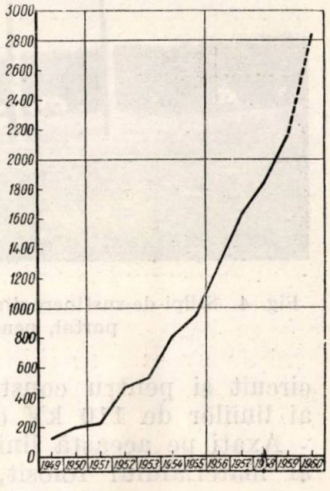


Fig. 3. Creșterea lungimii liniilor de 110 kV executate pe baza proiectelor ISPE.

cepție proprie de proiectare, reușind astfel să realizeze lucrări cu indici la nivelul tehnicii mondiale.

Începînd proiectarea pe linia moștenită, rețelele de 6 kV —15 kV și 35 kV au fost realizate în primii ani pe stîlpi de lemn, iar liniile de 110 kV pe stîlpi de metal. Existînd de la început o preocupare pentru realizarea de lucrări economice, cu viață lungă și cu condiții de exploatare ușoare și urmărind înlocuirea materialelor deficitare, lemn și metal, chiar din anul 1952 s-au introdus la liniile de 6—35 kV stîlpii de beton armat centrifugat.

Datorită comportării foarte bune în exploatare, stîlpii de beton au căpătat imediat extindere, liniile de 6 kV, 15 kV şi 35 kV executîndu-se în prezent aproape exclusiv pe stîlpi de beton.

Pentru a se putea face faţă nevoilor crescînde de stîlpi de beton armat, s-a introdus în paralel cu stîlpii din beton armat centrifugat şi stîlpii din beton armat vibrat.

Bazaţi pe experienţa căpătată la liniile de 35 kV, în anul 1955, stîlpii din beton armat centrifugat au fost introduşi la liniile de 110 kV cu simplu circuit fig. 4, astfel că din anul 1955 liniile de 110 kV s-au executat pe stîlpi de beton, metalul fiind folosit numai pentru construcţia stîlpilor liniilor de 110 kV cu dublu

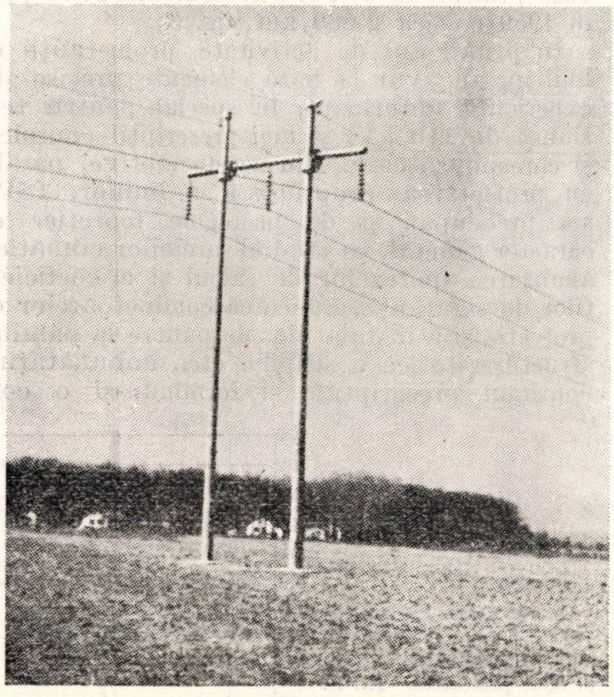


Fig. 4. Stîlpi de susţinere din beton armat centrifugat tip portal, pentru 110 kV.

circuit şi pentru construcţia stîlpilor speciali ai liniilor de 110 kV cu simplu circuit.

Axaţi pe această linie din punct de vedere al materialului folosit, proiectanţii au avut o preocupare continuă : găsirea de soluţii pentru reducerea costului liniilor. În acest scop s-a acţionat asupra următoarelor elemente :

— aşezarea conductoarelor pe stîlp care să conducă la solicitările şi dimensiunile cele mai mici ;

— soluţii constructive judicios alese care să conducă la micşorarea volumului pieselor anexe şi la uşurinţa de transport şi montaj ;

— folosirea fundaţiilor cu piatră burată şi a fundaţiilor prefabricate, în terenurile corespunzătoare etc.

Ca realizări demne de menţionat sînt stîlpii liniilor de 35 kV care şi-au găsit forma definitivă, utilizarea lor generalizîndu-se (fig. 5) şi stîlpii liniilor de 110 kV simplu circuit pe un singur picior (fig. 6), ai căror indici sînt superiori indicilor realizaţi la lucrări similare în alte ţări.

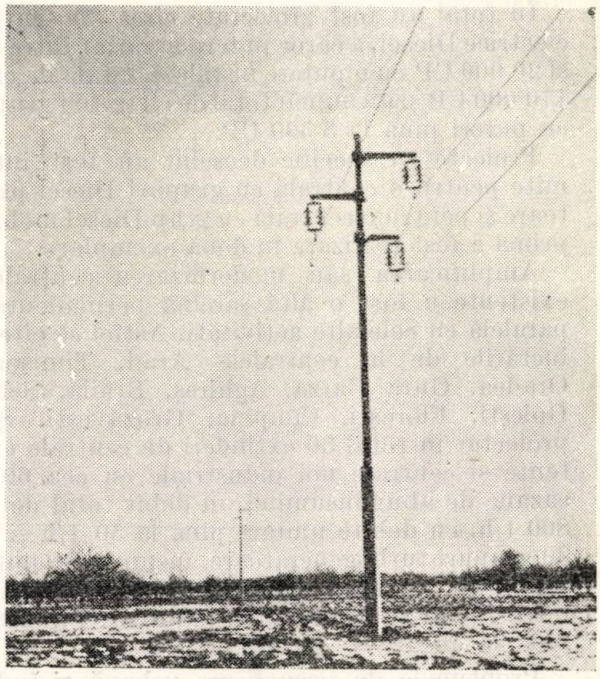


Fig 5. Stîlpi din beton armat centrifugat de susţinere, pentru 35 kV.

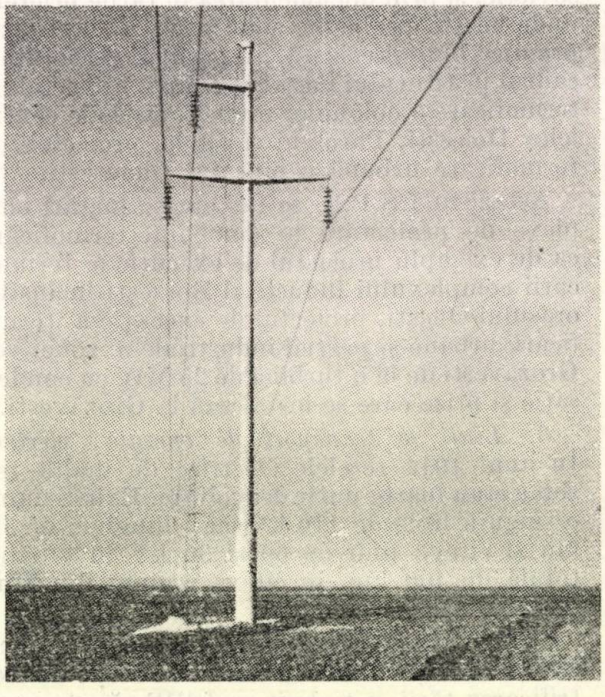


Fig. 6. Stîlpi din beton armat centrifugat de susţinere, pentru 110 kV.

S-au înregistrat reduceri importante ale consumului specific de beton, oţel beton şi laminate pentru stîlpii liniilor de 6—15, 35 şi 110

kV prin eforturile depuse de ISPE din 1950 pînă în prezent (fig. 7, 8, 9 și 10).

Valorile procentuale ale acestor reduceri în raport cu realizările inițiale sînt arătate în tabela 2.

Ca ultimă realizare în domeniul stîlpilor din beton armat centrifugat este proiectarea și

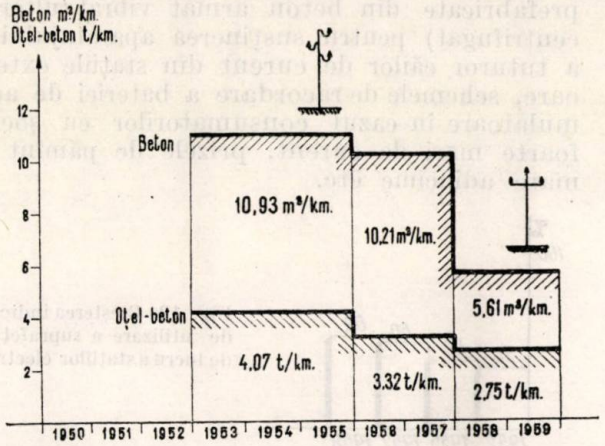


Fig. 7. Variația consumului specific de beton și oțel beton pentru stîlpii liniilor 6—15 kV.

executarea stîlpului de susținere pentru linii 110 kV experimentat în trim. I. 1959 și pus în fabricație pentru linia de 110 kV Bărbătești-Craiova (fig. 11). Indicii de consum de materiale realizați pentru această lucrare sînt sub cei realizați la lucrări similare în alte țări.

În prezent se urmărește atît proiectarea și experimentarea de noi tipuri constructive mo-

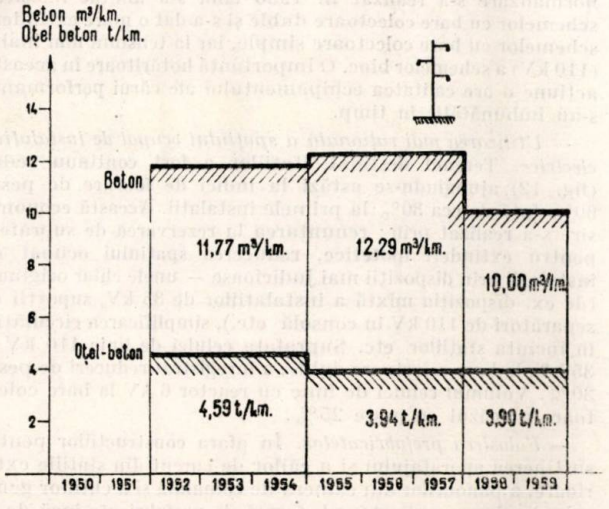


Fig. 8. Variația consumului specific de beton și oțel beton pentru stîlpii liniilor de 35 kV.

derne cu stîlpi folosind betonul precomprimat, cît și trecerea la proiectarea liniilor de 220 kV și 380 kV care se vor construi în anii viitori.

4. *Stații de transformare.* Spre deosebire de proiectarea centralelor hidro și termoelectrice, în cazul stațiilor de transformare proiectarea a fost rezolvată de la început și în întregime în țară de către ISPE. Primii pași au fost dificili și s-au făcut cu prudență, deoarece înainte de primul plan cincinal numărul sta-

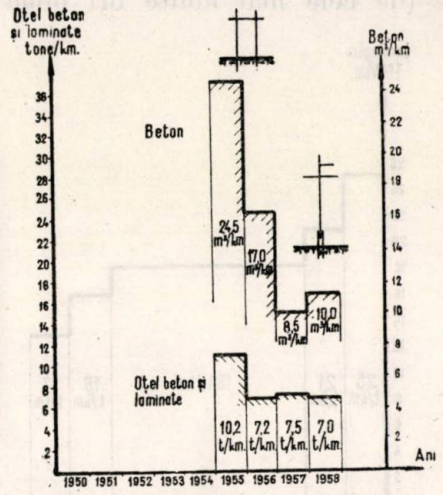


Fig. 9. Variația consumului specific de beton și oțel beton pentru stîlpii liniilor de 110 kV simplu circuit.

țiilor de înaltă tensiune era extrem de redus. Nu existau decît cîteva stații cu tensiuni peste 30 kV și numai 3 stații de 110 kV. Lipsea în mare măsură experiența de exploatare și aproape complet cea de proiectare.

De aceea pentru primele stații de înaltă tensiune în proiectare s-au folosit *scheme* și *tipuri constructive clasice.* Prin larga lor utilizare în trecut, în țările mult electrificate (U.R.S.S., Germania), astfel de soluții fuseseră suficient verificate în exploatare și din acest punct de vedere prezentau garanții incontestabile.

Tabela 2

Felul liniilor	Reducerea consumului specific pe km de linie, %			Observații
	beton	oțel-beton	oțel (laminat)	
Linii de 6—15 kV pe stîlpi din beton centrifugat	49	32	—	raportat la realizările din 1953—1955
Linii de 35 kV pe stîlpi din beton centrifugat	15	15	—	raportat la realizările din 1952—1954
Linii de 110 kV de simplu circuit pe stîlpi din beton centrifugat	60	31	—	raportat la realizările din 1956
Linii de 110 kV dublu circuit pe stîlpi metalici	—	—	48	raportat la realizările din 1950

La dimensionarea instalațiilor s-au adoptat *valori constructive mai mari decît minimele prevăzute în prescripții,* pentru a crea condiții

mai ușoare de execuție și în special de exploatare, dată fiind calificarea pentru moment mai redusă a personalului respectiv.

În general s-au folosit : scheme de conexiuni primare cu 2 transformatoare și cu bare colectoare (de cele mai multe ori două sisteme)

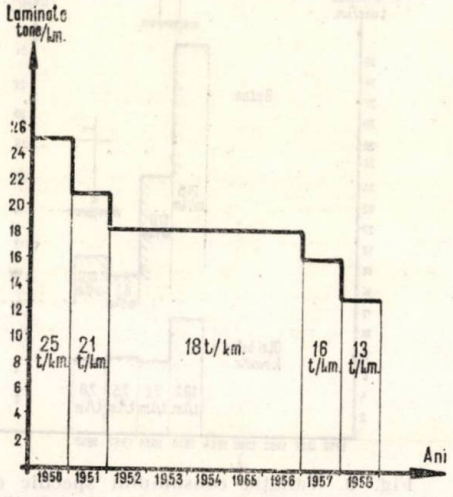


Fig. 10. Variația consumului specific de beton și oțel beton pentru linii de 110 kV dublu circuit.

la toate tensiunile, dispoziții constructive de tip interior pentru instalațiile de înaltă tensiune, pînă la 30 kV inclusiv și de tip exterior

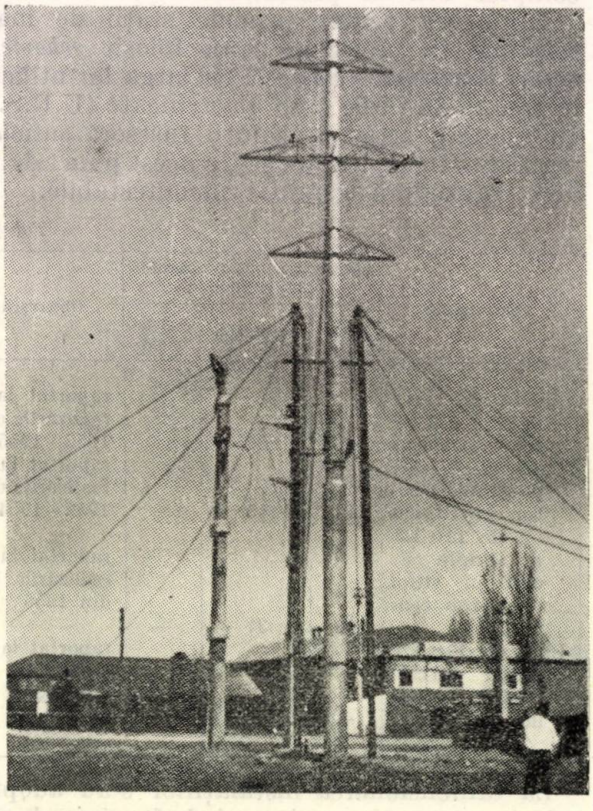


Fig. 11. Stîlpi de susținere din beton armat centrifugat pentru dublu circuit 110 kV.

— semiînaltă — pentru cele peste 30 kV și deservirea centralizată din camera de comandă a instalațiilor de toate tensiunile.

Chiar de la primele lucrări (stațiile 35/5 kV de la Medgidia și Cernavodă — 1950, stația 110/35/6 kV de la Orașul Stalin — 1951) pentru unele probleme s-au elaborat soluții moderne, în parte originale. Astfel sînt : construcțiile prefabricate din beton armat vibrat (ulterior centrifugat) pentru susținerea aparatajului și a tuturor căilor de curent din stațiile exterioare, schemele de racordare a bateriei de acumulatoare în cazul consumatorilor cu șocuri foarte mari de curent, prizele de pămînt de mare adîncime etc.

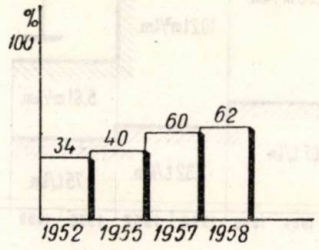


Fig. 12. Creșterea indicelui de utilizare a suprafețelor de lucru a stațiilor electrice.

Treptat ISPE și-a definit o concepție de proiectare ameliorată în general cu fiecare obiect nou — care a evoluat în sensul atingerii unui nivel tehnic din ce în ce mai înalt și al unui preț de cost al investițiilor cît mai redus.

Pentru modernizarea stațiilor de transformare s-a căutat să se urmeze căile pe care merg țările cu tehnică avansată. Dintre realizările mai importante menționăm :

— *Simplificarea schemelor de conexiuni primare.* O primă normalizare s-a realizat în 1956 cînd s-a limitat folosirea schemelor cu bare colectoare duble și s-a dat o mare extindere schemelor cu bare colectoare simple, iar la tensiuni mai înalte (110 kV) a schemelor bloc. O importanță hotărîtoare în această acțiune o are calitatea echipamentului ale cărui performanțe s-au îmbunătățit în timp.

— *Utilizarea mai rațională a spațiului ocupat de instalațiile electrice.* Terenul destinat stațiilor a fost continuu redus (fig. 12), ajungîndu-se astăzi la indici de folosire de peste 60% față de cca 30% la primele instalații. Această economisire s-a realizat prin : renunțarea la rezervarea de suprafețe pentru extinderi ipotetice, reducerea spațiului ocupat de instalații prin dispoziții mai judicioase — unele chiar originale (de ex. dispoziția mixtă a instalațiilor de 35 kV, suporții de separatori de 110 kV în consolă etc.), simplificarea circulației în incinta stațiilor etc. Suprafața celulei de linie 110 kV și 35 kV, la bare colectoare duble, a înregistrat reduceri de peste 30%. Volumul celulei de linie cu reactor 6 kV la bare colectoare a scăzut cu peste 25%.

— *Folosirea prefabricatelor.* În afara construcțiilor pentru susținerea aparatajului și a căilor de curent din stațiile exterioare, a panourilor din camera de comandă și a cutiilor generale de cleme, realizate sub formă de prefabricate încă de la începutul primului cincinal, s-a trecut la prefabricarea unor instalații mai complexe, cum sînt celulele de 6 kV și 15 kV în cabine metalice pentru exterior și celulele de 6 kV de tip deschis pentru interior.

— *Introducerea de soluții noi pentru instalațiile de comandă, măsură, semnalizare și protecție,* prin care să se obțină maximum de comoditate în exploatare. În ultimii ani au fost puse în aplicare o serie de idei noi, precum : separarea semnalizărilor de comenzi și măsură (stația 110 kV Buzău, stația 110 kV Bărbătești), adoptarea sistemului de comandă

prin alegere (stația 110 kV București centru), folosirea tehnicii curenților slabi și a schemelor sinoptice luminoase (stația 110 kV Pitești, stiația 110 kV București centru), descentralizarea instalațiilor de protecție la stațiile interioare (stația 110 kV București centru).

— *Mărirea gradului de siguranță al instalațiilor și reducerea personalului de exploatare,* prin aplicarea pe o scară largă a automatizărilor și telemecanizărilor. Încă de la primele lucrări s-a prevăzut reanclanșarea automată trifazică a liniilor aeriene de înaltă tensiune. Începînd din 1955 s-a trecut la introducerea pe toate liniile de 110 kV, atît la cele noi cît și la cele deja în funcțiune, a reanclanșării monofazate (RARM), iar în 1957 s-au executat primele proiecte, făcîndu-se o experimentare pe viu pentru folosirea RARM cu declanșarea definitivă monofazată și trecerea la funcționarea în două faze. În o serie de cazuri, în special la lucrări mai recente, s-a folosit conectarea automată a rezervei (AAR) în special pe partea de 6 kV și descărcarea automată a sarcinii (DAS) în funcție de frecvență. Unele stații de transformare de importanță mai mică s-au proiectat în ipoteza eliminării complete a personalului permanent de exploatare, prevăzîndu-se numai o semnalizare unică de avertizare la un post de supraveghere (ex. stațiile 3;/I/15 kV Doaga și Tecuci). S-au întocmit și proiecte pentru telemecanizarea de la puncte de dispecer a cîtorva stații mari de 110 kV (Cluj, Sibiu, Galați). Realizarea acestor lucrări este în curs.

— *Reducerea volumului serviciilor interne și instalațiilor auxiliare.* Introducerea treptată a acționărilor mecanice și pneumatice la întreruptoare a permis simplificarea instalației de curent continuu. Astfel numai prin eliminarea acționărilor electromagnetice la întreruptoarele de 110 kV capacitatea bateriilor de acumulatori a fost redusă la jumătate. Instalațiile și amenajările pentru decuvarea și transportul transformatoarelor prevăzute la primele stații proiectate au fost mult restrînse ulterior. În momentul de față se prevăd doar portaluri de decuvare și numai în cazul transformatoarelor cu puteri peste 10 MVA. Accesul se realizează prin drumuri, soluția racordului de cale ferată fiind practic abandonată.

Rezultate interesante s-au obținut în reducerea costurilor instalațiilor. La aceste reduceri au contribuit pe de o parte o serie dintre măsurile menționate mai sus și pe de altă parte micșorarea costului celulelor. Astfel experiența de proiectare cîștigată în perioada a două cincinale, asigurarea aproape în întregime de către industria electrotehnică proprie a echipamentului electric de înaltă și joasă tensiune, precum și progresele realizate în execuția instalațiilor permit să se treacă la tipizarea stațiilor de transformare pînă la 110 kV. Această acțiune este în curs de realizare la ISPE în același timp cu elaborarea primelor proiecte pentru stații de foarte înaltă tensiune (220 kV).

Preocupări actuale și sarcini de viitor

Ca urmare a directivelor Congresului al II-lea al P.M.R. precum și a hotărîrilor ședinței plenare a C.C. al P.M.R. din noiembrie 1958 rezultă o serie de sarcini care trebuie să stea la baza activității de proiectare atît în prezent cît și pentru viitor:

— Introducerea pe scară cît mai largă a tehnicii celei mai înaintate prin folosirea în special a experienței și documentației sovietice, precum și a realizărilor țărilor prietene.

Prin realizarea acestei sarcini trebuie să se urmărească stabilirea de soluții în care să se folosească instalații moderne cu performanțele cele mai ridicate (parametrii ridicați pentru abur, unități de putere mare, folosirea tensiunilor înalte etc.), aplicarea termoficării industriale și urbane, introducerea cît mai largă a mecanizării atît în cadrul execuției lucrărilor cît și în cadrul procesului de producție, introducerea cît mai largă a automatizării etc.

— Reducerea continuă a costului lucrărilor precum și a prețului de cost al energiei produse ca urmare a aplicării tehnicii moderne, precum și folosirea soluțiilor celor mai raționale pentru etapa respectivă.

O atenție deosebită trebuie dată micșorării costului lucrărilor de investiție la proiectarea uzinelor hidroelectrice prin alegerea soluțiilor celor mai economice, mecanizarea mai largă a lucrărilor de construcție, folosind utilaj modern de mare productivitate etc.

În numai 10 ani de activitate, avînd sprijinul neprețuit al celei mai avansate tehnici, — tehnica sovietică — prin colaborare cu institute de proiectare și specialiști sovietici, precum și prin folosirea documentațiilor tehnice sovietice, I.S.P.E. a reușit să rezolve cele mai complexe probleme energetice, la nivelul avansat al tehnicii moderne.

Prin experiența dobîndită I.S.P.E. poate rezolva în prezent toate problemele legate de proiectarea instalațiilor necesare realizării planului de electrificare.

Sub îndrumarea partidului, urmărind ridicarea permanentă a nivelului tehnic al instalațiilor proiectate și în același timp scăderea continuă a costului de investiție și de exploatare a acestor investiții, I.S.P.E. va depune eforturi susținute pentru a aduce un aport însemnat în transformarea socialistă a patriei noastre.

Contribuţia sectorului de construcţii şi montaje energetice la electrificarea patriei noastre

Ing. ALEXANDRU VLAD
Director general

Ing. V. ALEXANDRESCU
Inginer şef

Trustul de Construcţii şi Montaje Energetice

1. Privire generală retrospectivă

În anul 1959 se împlinesc 10 ani de la înfiinţarea Trustului Energoconstrucţia şi Trustului Electromontaj (contopite în 1958 în Trustul

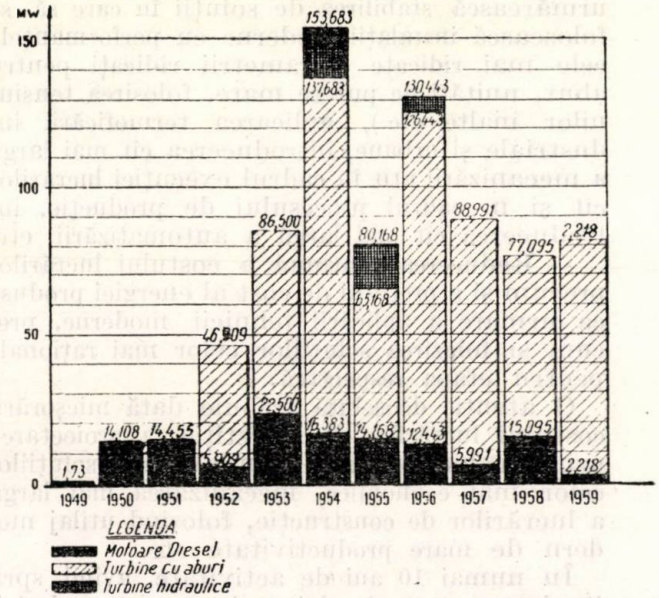


Fig. 1. Puterile instalate în centrale Diesel, centrale hidroelectrice şi centrale termoelectrice în perioada 1949—1959.

de Construcţii şi Montaje Energetice) a căror contribuţie la realizarea planului de electrificare a fost hotărîtoare, prin punerea în funcţiune a marilor unităţi producătoare de energie electrică, a staţiilor de transformare şi a liniilor electrice de transport pe tot teritoriul ţării.

Cele două trusturi s-au înfiinţat în perioada pregătirii planului de electrificare, în scopul de a se crea unităţi socialiste capabile să traducă în viaţă acest plan. În această lumină trebuie privită activitatea trusturilor în anii 1949—1950, ani de organizare şi utilare cu mijloacele de producţie necesare, ani de pregătire a cadrelor de muncitori, tehnicieni şi ingineri, indispensabili reuşitei realizărilor.

Experienţa în construcţii şi lucrări energetice era aproape inexistentă. Puţinele centrale electrice construite sub regimul burghezo-moşieresc erau în cea mai mare parte executate de societăţi de construcţii-montaj străine, cu specialişti aduşi din afară, realizîndu-se termene de execuţie care nici pe departe nu puteau satisface necesităţile urgente ale planurilor noastre de industrializare.

Iată deci sarcinile care au stat în faţa celor 2 trusturi la crearea lor: de a organiza într-un timp foarte scurt unităţi capabile a executa într-un ritm rapid şi în bune condiţii noile construcţii energetice prevăzute în planul de electrificare.

Astăzi după 10 ani de activitate se poate afirma că sarcinile trasate Trustului de Construcţii şi Montaje Energetice au fost realizate cu succes.

În cele ce urmează se trec în revistă principalele realizări ale Trustului în această perioadă.

În fig. 1 se arată evoluţia realizărilor anuale ale lucrărilor de montaj centrale electrice totalizînd o putere de 715 MW, din care menţionăm obiectivele importante realizate în centralele termoelectrice de la Ovidiu, Doiceşti, Sîngeorgiu de Pădure (Fîntînele), Borzeşti, Comăneşti, Paroşeni; centralele hidroelectrice Moroeni, Sadu V şi altele.

Au fost puse în funcţiune staţii de transformare de toate tipurile de 110 kV, 35 şi 6 kV, iar pentru distribuirea energiei la diferiţi consumatori s-au construit 7500 km linii de înaltă

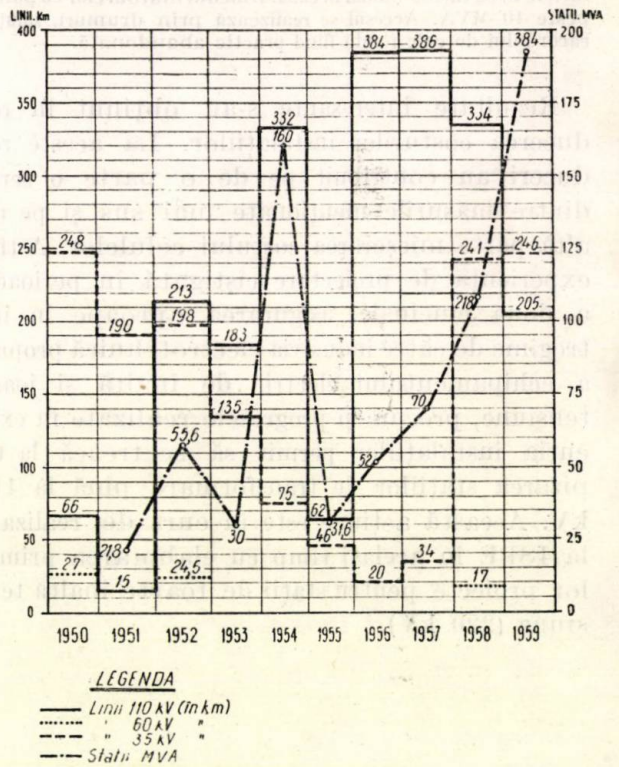


Fig. 2. Realizarea liniilor de 35—110 kV şi a staţiilor de transformare executate în perioada 1949—1959.

tensiune şi 500 km reţele subterane în cable, ce se pot urmări în fig. 2.

În fig. 3 se arată evoluţia producţiei anuale globale a acestei perioade.

Pentru a crea personalului de deservire a acestor uzine condiții de locuință și trai corespunzător, au fost construite și date în folosință întreprinderilor de exploatare un număr de 560 apartamente înzestrate cu tot confortul modern, situate în vecinătatea centralelor termoelectrice noi.

De o importanță covîrșitoare pentru economia țării și pentru realizarea proiectelor de industrializare, au fost însă termenele scurte în care s-au putut realiza lucrările de mai sus. Așa de pildă la centrala termoelectrică Gheorghe Gheorghiu-Dej (Doicești), primul grup electrogen cu o capacitate de 20 000 kW a fost dat în funcțiune la numai 2 ani de la începerea lucrărilor, la centrala termoelectrică Paroșeni la 3 ani de la începerea lucrărilor prima turbină de mare capacitate de 50 000 kW furniza energie. Capacitățile puse în funcțiune depășeau cu mult tot ce a reușit să realizeze regimul burghez, atît ca termen cît și în ceea ce privește puterea agregatelor instalate.

Cheia acestor succese trebuie căutată în primul rînd în deosebita grijă care a fost acordată

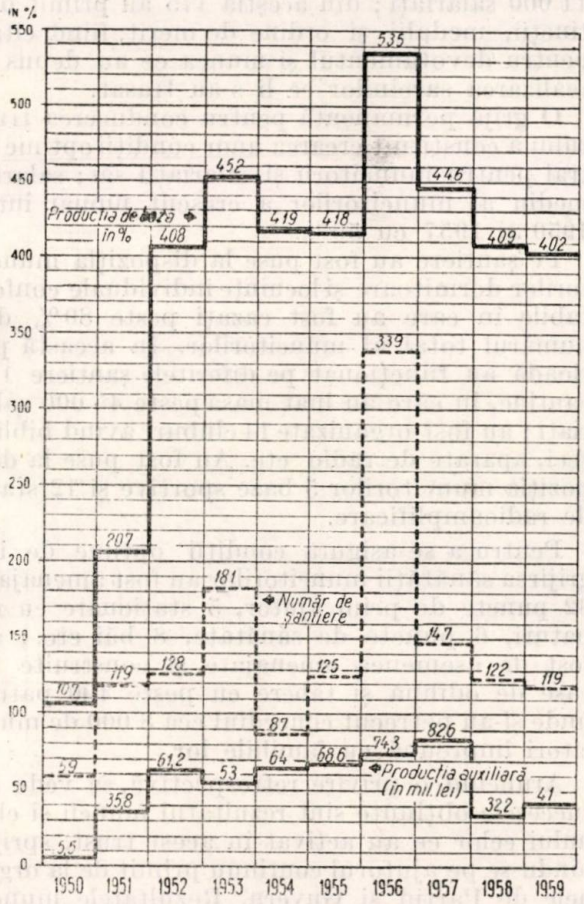


Fig. 3. Evoluția producției anuale realizată în perioada 1949—1959.

de către Partid și Guvern dezvoltării Trustului de Construcții și Montaje Energetice și dotării lui cu o puternică bază de utilaje și mijloace de transport mecanizate.

Evoluția parcului de utilaje mai importante rezultă din fig. 4.

Paralel cu acestea însă trebuie afirmat că rezultatele obținute în realizarea marilor lucrări

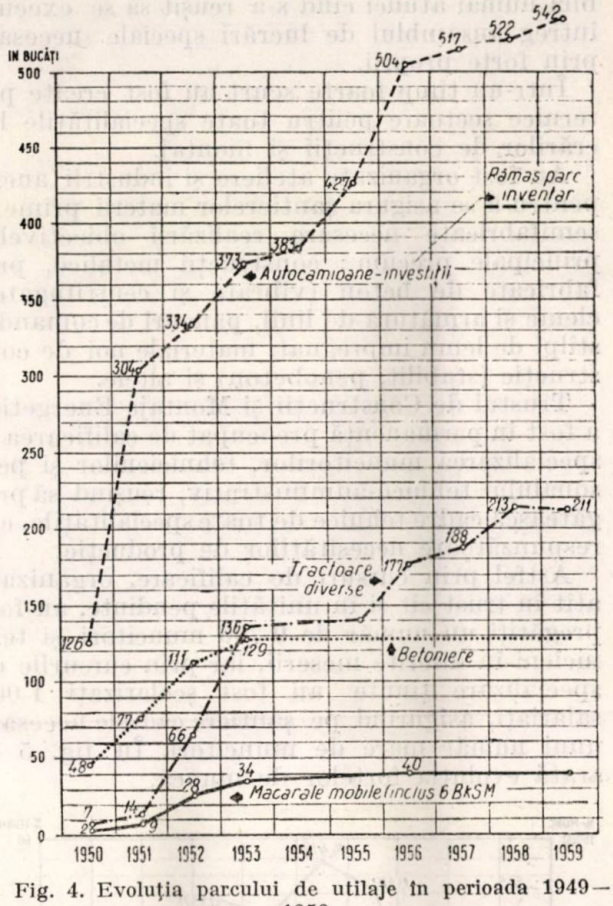


Fig. 4. Evoluția parcului de utilaje în perioada 1949—1959.

nu ar fi fost posibile fără ajutorul masiv și multilateral al Uniunii Sovietice și al celorlalte țări de democrație populară, în special Republica Cehoslovacă. Acest ajutor concretizat dintru început în proiecte complexe de înaltă specialitate tehnică, în documentații variate privind echipamentele moderne, ne-a fost acordat și prin consilieri tehnici, pentru adaptarea lucrărilor de studii și proiectare, prin specialiști pentru montaje, prin tehnicieni de înaltă calificare. Pe lîngă furnizarea echipamentelor celor mai moderne, a utilajelor de construcții și montaje, acest sprijin a fost însoțit de o largă documentare tehnică, punînd la dispoziția tehnicienilor și inginerilor noștri o vastă experiență asupra celor mai mari lucrări de electrificare executate pînă în prezent. Nu mai puțin a contribuit la calificarea muncitorilor și tehnicienilor de care dispunem azi formarea de cadre prin vizite și stagii de studiu în marile uzine și prin cursuri de pregătire și specializare pe lîngă institutele din U.R.S.S.

Pe de altă parte însă succesul se datorește în primul rînd elanului și abnegației muncitorilor, tehnicienilor și inginerilor de pe șantierele

de electrificare și măsurilor organizatorice luate de conducerea întreprinderilor pentru crearea unor condiții optime de execuție.

Realizarea acestor sarcini mărețe a fost posibilă numai atunci cînd s-a reușit să se execute întreg ansamblul de lucrări speciale necesare prin forțe proprii.

Într-un timp foarte scurt au fost create puternice sectoare pentru toate specialitățile lucrărilor de construcții și montaj.

Au fost organizate ateliere și industrii anexe pentru a se asigura șantierelor materii prime și semifabricate necesare realizării obiectivelor principale precum : construcții metalice, prefabricate de beton (vibrate și centrifugate), cleme și armătură de linii, panouri de comandă, stîlpi de lemn impregnat, materiale noi de construcție (stabilit, penobeton) și altele.

Trustul de Construcții și Montaje Energetice a fost în permanență preocupat de calificarea și specializarea muncitorilor, tehnicienilor și personalului tehnico-administrativ, reușind să pregătească cadre tehnice de toate specialitățile, corespunzătoare necesităților de producție.

Astfel prin cursuri de calificare, organizate atît în trust cît și în unitățile pendinte, au fost pregătiți un număr de 9 700 muncitori și tehnicieni în diferite meserii, iar prin cursurile de specializare ținute au fost școlarizați 1 000 salariați, asigurînd pe șantiere cadrele necesare unui număr mare de muncitori. În fig. 5 se arată evoluția forțelor de muncă.

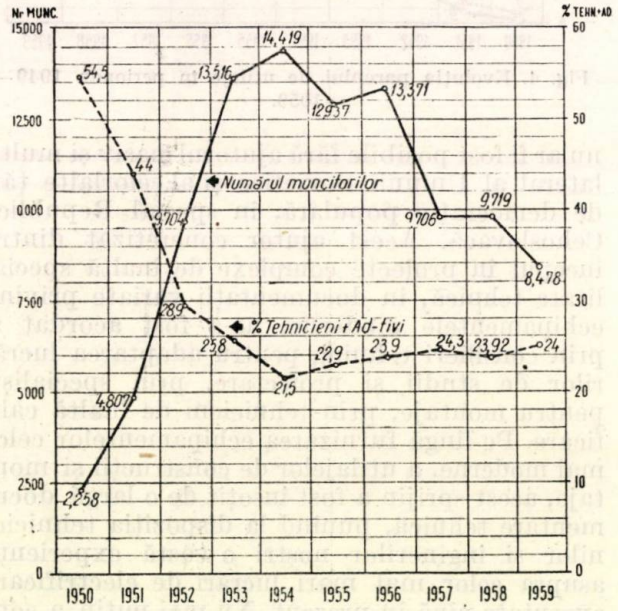


Fig. 5. Evoluția forțelor de muncă în perioada 1949—1959.

Cursurile au format buni electricieni de linii, stații, centrale, instalații, lăcătuși mecanici, țevari, strungari, raboteuri, tractoriști, macaragii, nituitori, frezori, mecanici auto și dieseliști, matrițeri, fierari-beton, monteuri cazane și turbine, sudori, dulgheri, zidari, mozaicari etc.

Pe lîngă aceste cursuri, au mai funcționat în cadrul trustului o serie de cursuri de pregătire profesională cu caracter tehnico-administrativ : normatori, referenți tehnici aprovizionare, planificatori, contabilitate normată, stenografie, calculatori devize, gestionari materiale etc.

Peste 1 000 de studenți și-au efectuat practica pe șantierele și în întreprinderile trustului în bune condiții.

La institutele de învățămînt superior au fost îndrumați 25 muncitori și tehnicieni, pregătirea lor fiind supravegheată îndeaproape.

În U.R.S.S. și C.S.R. au fost trimiși, pentru studii de nivel înalt, un număr de 22 muncitori și tehnicieni care s-au specializat în montaje de centrale electrice.

O mare parte a succeselor repurtate în această perioadă se datorește acestor măsuri care au asigurat trustului muncitori calificați și cadrele tehnice de care avea nevoie pentru realizarea sarcinilor trasate.

De la cca 3 000 salariați în 1950 numărul celor ce conlucrează în unitățile trustului la realizarea lucrărilor de electrificare este azi de cca 11 000 salariați ; din aceștia 175 au primit distincții, medalii și ordine de merit, fiind citați pentru devotamentul și munca ce au depus în realizarea sarcinilor ce li s-au trasat.

O grijă permanentă pentru conducerea trustului a constituit crearea unor condiții optime de trai pentru muncitorii și salariații săi ; salariul mediu al muncitorilor a crescut numai între 1950 și 1957 cu 50%.

Pe șantiere au fost puse la dispoziția muncitorilor dormitoare și locuințe individuale confortabile în care au fost cazați peste 80% din numărul total al muncitorilor. În această perioadă au funcționat pe diferitele șantiere 111 cantine, în care au luat masa peste 45 000 salariați ; au fost organizate 14 cluburi avînd biblioteci, aparate de radio etc. Au fost puse la dispoziția muncitorilor 5 baze sportive și 12 stații de radioamplificare.

Pentru a se asigura condiții optime de îngrijirea sănătății muncitorilor au fost amenajate 32 puncte de prim ajutor, 5 staționare cu 68 paturi, 6 puncte de sănătate, 8 băi etc. ; au fost de asemenea amenajate și construite 10 case de odihnă și tabere cu peste 400 paturi unde și-au petrecut concediul cca 8 000 de muncitori împreună cu familiile lor.

Aruncînd o privire retrospectivă, se vede că succesele obținute sînt rezultatul muncii și elanului celor ce au activat în acest trust, sprijinindu-se pe ajutorul continuu primit de la organele de Partid și Guvern. Rezultatele muncii lor s-au evidențiat prin termene din ce în ce mai reduse de realizare și prin economicitate de soluții, obținute chiar în cele mai dificile condiții de lucru.

Aceste rezultate obținute de Trustul de Construcții și Montaje Energetice permit a se consi-

dera că elementele specializate de care dispune, justifică pe deplin încrederea în reușita dezvoltării viitoare a lucrărilor planului de electrificare, prin realizarea lucrărilor de mari centrale electrice cu parametri înalți, a liniilor de transport și stațiilor de transformare de 220—400 kV și alte lucrări energetice de înaltă tehnicitate.

2. Realizările Sectorului de montaj „Centrale electrice"

Trustul „Electromontaj" încă de la înființarea sa în anul 1949 începe activitatea de montaj centrale electrice.

Cererile urgente de energie, ce nu puteau fi satisfăcute de vechile centrale electrice cu puteri instalate mici, uzate, cu caracteristici tehnice necorespunzătoare, nemaifiind în stare să debiteze la puterile nominale, au dus la necesitatea de a se pune în funcțiune centrale echipate în grupuri electrogene Diesel. Din anul 1949 pînă în 1951 s-au montat centrale Diesel sau grupuri noi, în centrale existente, cu o putere totală instalată de 30 000 kW.

Pînă în prezent echipele de montaj pentru grupurile Diesel au montat și pus în funcțiune un număr de 187 grupuri, care totalizează o putere instalată de 125 000 kW. Aceste grupuri Diesel au o putere începînd de la 25 CP pînă la 3 500 CP pe unitate. Cele 187 de grupuri Diesel-generatoare sînt montate în peste 100 de centrale diferite, răspîndite pe tot cuprinsul țării.

Au fost montate atît microcentrale, cu cîte un singur grup de 25 CP, cît și centrale cu puteri instalate mari, printre care citățm : centrala Diesel electrică de la Bicaz, la care s-au montat 9 grupuri, cu puterea instalată de 22 200 CP. Centrala Diesel de la Bicaz a fost montată pentru alimentarea cu energie electrică a șantierului de construcții al H.C. „V. I. Lenin".

O altă centrală Diesel de mare putere este aceea de la Combinatul Minier Baia Mare, în care s-au montat, între anii 1951—1958, 9 grupuri Diesel-generatoare, cu o putere totală instalată de 22 360 CP.

După asigurarea minimului energetic prin centrale Diesel, în anul 1951 s-a trecut la construirea marilor centrale electrice.

Prin planul de electrificare al țării, aprobat de Partid și Guvern în octombrie 1950, se asigură baza materială pentru construirea marilor termocentrale și hidrocentrale.

Din anul 1951, cînd au început lucrările de montaj pe șantierele centralelor de electrificare și pînă în prezent, au fost puse în funcțiune 8 centrale termoelectrice mari, în care sînt montate 27 cazane de abur și 27 grupuri turbogeneratoare.

Principalele centrale termoelectrice puse în funcțiune sînt : Ovidiu II, Doicești, Sîngeorgiu de Pădure, Comănești, Paroșeni și Borzești, în care s-au montat 22 cazane de abur cu o capacitate totală de 3 050 t/h și 22 grupuri turbogeneratoare, cu puterea totală instalată de 555 MW.

În centralele termoelectrice Dărmănești și Teleajen, s-au montat 5 cazane de abur cu debitul total de 510 t/h și 5 grupuri turbogeneratoare, a căror putere instalată este de 26 MW.

În această perioadă, s-a acordat asistență tehnică Întreprinderii de Construcții Siderurgice Hunedoara, pentru montarea a 3 cazane de abur a 75 t/h fiecare.

Echipamentele acestor centrale termoelectrice (agregatele de cazane, grupurile turbogeneratoare, partea electrică, instalațiile auxiliare etc.) au fost furnizate de U.R.S.S. cu excepția echipamentului C.T.E. Doicești, care a fost importat din C.S.R.

Cazanele montate în aceste centrale termoelectrice au debite care variază de la 75 la 230 t/h, presiuni de la 39 la 100 ata și temperaturi de la 425 la 510° C.

În această perioadă au fost montate și puse în funcțiune centrale hidroelectrice a căror putere instalată este de 35 MW. În anul 1954 a fost pusă în funcțiune C.H.E. Moroeni, în care s-au montat 2 grupuri a 7,5 MW, iar în 1955 a fost pusă în funcțiune C.H.E. Sadu V, în care s-au montat 2 grupuri a 7,5 MW. Restul de 5 MW au fost montați în centrale de putere mică.

De asemenea, în această perioadă, s-au executat și amplificări în vechile centrale (Cîmpina, Florești, Or. Stalin, Vulcan, Hunedoara, Gura Barza, Brăila, Satu Mare etc.).

O altă realizare importantă a fost montajul reactorului atomic de 2 MW și ciclotronului de 10 Mev, pentru Institutul de Fizică Atomică din București. Această lucrare a fost pusă în funcțiune în anul 1957, cînd puține țări aveau asemenea instalații. Echipamentele au fost furnizate de U.R.S.S. și montate sub îndrumarea specialiștilor sovietici.

În momentul de față, se execută de către trustul nostru montajul C.H.E. V. I. Lenin-Bicaz cu o putere instalată de 210 MW.

La Govora s-a început montajul unei C.T.E. pentru uzina de sodă nr. 2. Se montează cazane de 100 t/h și turbogeneratoare de 7,5 MW.

La C.T.E. Grozăvești s-a montat și pus în funcțiune o turbină de 25 MW pentru extinderea centralei.

Pentru îndeplinirea acestor sarcini trasate prin planul de electrificare, muncitorii, tehnicienii și inginerii sectorului de centrale electrice au muncit cu dragoste și elan la montajul centralelor Diesel și centralelor termoelectrice și hidroelectrice prevăzute în acest plan.

Dacă în prima perioadă a acestei activități lipsa cadrelor de tehnicieni și monteuri, lipsa inginerilor bine pregătiți în domeniul montajului au fost probleme ce trebuiau rezolvate în

timpul cel mai scurt, astăzi, muncitorii, tehnicienii și inginerii trustului nostru montează singuri centrale electrice.

În momentul de față avem inovatori și întreg colectivul nostru luptă pentru ieftinirea lucrărilor, ridicarea productivității muncii și scurtarea termenelor de punere în funcțiune. Au fost mecanizate majoritatea proceselor tehnologice de montaj și s-a adoptat metoda de montaj în blocuri: la cazane se ridică pereți întregi cu înzidirea făcută la sol, se montează circuite întregi de conducte preasamblate etc., iar ritmicitatea lucrărilor, bazate pe procese tehnologice bine puse la punct, a contribuit substanțial la creșterea productivității muncii.

Însușirea tehnicii moderne de montaj este o preocupare continuă a cadrelor noastre.

Sectorul de centrale a rezolvat toate problemele tehnice, creînd specialiști în aceste domenii; prelucrarea și sudarea oțelului inoxidabil, sudura aluminiului, problemele de sudură de la C.H.E. „V.I. Lenin" etc., montarea agregatelor cu parametri înalți, montarea reactorului și ciclotronului au fost lucrări executate în cele mai bune condiții.

A fost o preocupare continuă pentru îmbunătățirea lucrărilor de montaj, adoptîndu-se procedeele tehnice cele mai avansate. Controlul cusăturilor sudate se execută cu izotopi radioactivi de cobalt (gamagrafiere) și cu raze Röntgen; tratamentele termice se execută prin metoda inducției electromagnetice, se folosesc cele mai moderne mijloace pentru asigurarea controlului calității lucrărilor de montaj.

În aceste condiții ritmul lucrărilor de montaj a fost substanțial îmbunătățit. Astfel: un cazan de 230 t abur/h a fost montat, la început, în cca 20 luni, ajungîndu-se ca ultimele cazane de acest tip să fie realizate în 11 luni. De asemenea prima turbină de 50 MW de la C.T.E. Paroșeni a fost montată în 15 luni, în timp ce turbina 5 de la Sîngeorgiu de Pădure s-a montat în mai puțin de 7 luni.

Un grup Diesel de 2 800 CP — demontare, transport și remontare — a scăzut de la 6 luni (grupul nr. 6 de la Baia Mare) la mai puțin de 4 luni (grupul nr. 7 de la Baia Mare). Acestea nu sînt decît cîteva exemple din numeroasele realizări pe care le putem cita, realizări care arată îmbunătățirea ritmului de execuție al trustului.

3. Realizările din Sectorul de linii și stații de transformare

Trustul Electromontaj și-a început activitatea în acest domeniu de lucrări de linii electrice aeriene și posturi de transformare în Dobrogea și regiunile petrolifere Muntenia și Moldova.

În această perioadă se dispunea, pentru executarea lucrărilor energetice, de un număr restrîns de muncitori și tehnicieni, nespecializați încă în acest domeniu de activitate, și nu se dispunea de utilaje și mijloace de lucru corespunzătoare. Au fost necesare eforturi deosebite pentru organizarea întreprinderii „din mers", pentru pregătirea cadrelor tehnice necesare, dotarea cu scule și utilaje și organizarea procesului de producție.

În anul 1949 s-a executat pentru prima dată în țara noastră cu mijloace proprii (proiectare și execuție) o linie de 110 kV — linia 110 kV pe stîlpi de lemn Cluj—Cîmpia Turzii—, iar în 1951 s-a executat prima linie electrică aeriană de 35 kV pe stîlpi de lemn de brad impregnat între Ovidiu și Cernavodă.

Tot atunci s-au executat și primele stații de transformare de 35/6 kV în soluția pe cadre de lemn (stația Ovidiu, Zemeș-Moldova etc.).

Din cauza lipsei de utilaje specifice acestui gen de lucrări, acestea au fost executate cu scule, unelte și dispozitive improvizate.

În 1950 s-a executat prima linie de 110 kV pe stîlpi metalici între Moroeni și Sinaia, legătură care asigura transportul energiei electrice produse în C.H.E. Dobrești și mai tîrziu în C.T.E. Doicești, către importantele centre industriale și petrolifere Orașul Stalin și Ploești. De remarcat că traseul pe care s-a executat această linie era foarte greu, ridicînd constructorilor multe probleme dificile.

În anul 1951 s-a executat dublarea liniei electrice aeriene de 60 (110 kV) pe stîlpi metalici Sinaia—Or. Stalin, cu ajutorul căreia s-a putut asigura alimentarea acestei regiuni cu energie electrică din centralele termo și hidroelectrice din Muntenia.

Din cauza consumului mare de stîlpi de lemn de brad și de laminate a fost necesar să se găsească noi soluții pentru stîlpii liniilor electrice aeriene. După o serie de încercări de folosire a stîlpilor din beton armat centrifugat la liniile aeriene de joasă tensiune, s-a trecut începînd din anul 1952 la fabricarea acestor stîlpi pentru linii de înaltă tensiune.

Prima linie aeriană de 35 kV pe stîlpi de beton armat centrifugat, Pătroaia—Pitești, a fost realizată în anul 1952, iar prima linie de 110 kV Focșani—Galați, în anul 1956.

De atunci utilizarea stîlpilor din beton armat a luat un avînt considerabil. În prezent, majoritatea lucrărilor de linii, începînd de la cele de joasă tensiune și pînă la liniile de 110 kV, se execută pe suporți de beton armat centrifugat. Numai în cazuri excepționale, cînd natura terenului nu permite transportul stîlpilor de beton, se utilizează stîlpi de lemn sau laminate din oțel.

Creșterea considerabilă a volumului de lucrări de linii și stații electrice a impus să se treacă la folosirea de mijloace de producție moderne, care să ușureze munca oamenilor, să permită executarea lucrărilor în termene scurte și mărirea productivității muncii în acest sector.

Cei doi factori importanți care puteau conduce la atingerea acestor obiective erau:

— industrializarea procesului de producție;
— mecanizarea lucrărilor de montaj.

Pentru industrializarea procesului de producție s-au executat în ateliere speciale cantități mari de elemente componente ale lucrărilor energetice ca: stîlpi, panouri de comandă, celule de înaltă tensiune prefabricate etc., astfel încît pe șantiere, la locul de lucru, să se execute pe cît posibil numai operațiuni de asamblare și montaj, scurtîndu-se cît mai mult durata efectivă de execuție a lucrărilor.

În același timp, s-a trecut la utilizarea cît mai largă a elementelor prefabricate, între care un rol deosebit l-au avut fundațiile prefabricate, a căror largă utilizare a permis eliminarea turnării manuale a fundațiilor, operație greoaie în condițiile lucrărilor de linii.

De asemenea, la montarea stațiilor de transformare, confecționarea cadrelor și suporților de aparataj cerea un volum de manoperă deosebit de mare. Prin utilizarea cadrelor din beton armat centrifugat a fost posibilă producția acestora pe scară industrială, mecanizată, realizîndu-se în același timp și o reducere a consumului de beton.

Pentru realizarea mecanizării lucrărilor s-a trecut la confecționarea și dotarea echipelor de lucru cu scule, dispozitive de lucru și utilaje specifice acestor lucrări și dotarea întreprinderii în 1952 cu 2 coloane mecanizate pentru construcția liniilor de 110 kV primite din U.R.S.S. Aceste coloane se compuneau din tractoare pentru ridicarea stîlpilor, tractoare cu remorci pentru transportul materialelor de masă, mașini de tăiat arbori, mașini de săpat gropi, macarale pe șenile și macarale auto de la 3—10 tone capacitate, platforme telescopice pe camioane, ferăstraie mecanice etc., reprezentînd o capacitate normală de lucru de cca 300 km/an de linii electrice aeriene de 110 și 35 kV.

Ca urmare, începînd de la această dată mecanizarea lucrărilor a fost continuu extinsă, ajungîndu-se ca la liniile de 110 și 35 kV să fie mecanizate toate operațiunile importante.

În același timp, pentru îmbunătățirea calității lucrărilor s-au organizat laboratoare mobile de încercări și măsuri dotate cu cele mai moderne aparate, astfel încît nici o lucrare nu s-a mai pus în funcțiune fără verificările prealabile, necesare conform prescripțiilor.

În 1952 cu stația de transformare de 110/35/6 kV Orașul Stalin s-a început executarea marilor stații de transformare prevăzute în planul de electrificare și care s-au echipat integral cu aparataj și transformatoare aduse din U.R.S.S.

O dată cu dezvoltarea industriei electrotehnice, utilizarea aparatajului romînesc a devenit din ce în ce mai frecventă, în prezent aparatajul romînesc constituind cca 98% din volumul de aparataj care se montează.

Marile lucrări de linii și stații de transformare prevăzute în planul de electrificare au fost realizate an de an cu tot mai mult succes, contribuind la industrializarea patriei și îmbunătățirea nivelului de trai al oamenilor muncii.

În 1953 s-a realizat linia de 110 kV pe stîlpi metalici Filipești—București și stația de 110/35/6 kV București-Est, asigurînd a doua cale de alimentare a Capitalei din centralele termo și hidroelectrice Doicești—Dobrești, Moroeni etc.

Tot în 1953 s-a executat și linia 110 kV pe stîlpi metalici Sadu—Sibiu pentru transportarea către Sibiu a energiei electrice produse de hidrocentrala Sadu V, linie extrem de grea la care mecanizarea nu a putut fi folosită; transporturile de materiale s-au efectuat pe scară largă cu mijloace hipo, cu funiculare improvizate etc.

Cu construirea liniei 35 kV pe stîlpi de lemn impregnat Bicaz—Lacul Roșu, Gheorghieni, executată în 1954—1955, s-a făcut prima traversare a munților dintre Moldova și Ardeal, asigurînd transportarea energiei produse în centrala Diesel electrică Bicaz în zona Gheorghieni din Ardeal.

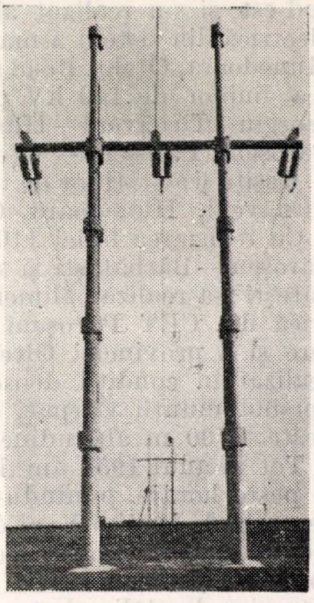


Fig. 6. Stîlp portal de întindere din beton centrifugat pentru 110 kV.

La linia de 110 kV pe stîlpi metalici Sîngeorgiu de Pădure—Or. Stalin, mecanizarea complexă și buna organizare a procesului tehnologic au făcut să se atingă pentru prima dată viteza record de execuție de aproape 1 km linie 110 kV pe zi.

Prin această linie de 110 kV s-au interconectat sistemele energetice Ardealul cu Muntenia.

În 1956, o dată cu punerea în funcțiune a primului grup generator în C.E.T. Borzești s-a executat linia 110 kV Borzești—Focșani—Galați, din care porțiunea Focșani—Galați este prima linie de transport de 110 kV realizată pe stîlpi portali din beton armat centrifugat și care a asigurat transportul energiei electrice produse de CET Borzești către importantele centre industriale Galați și Brăila (fig. 6).

Sistemul energetic Moldova — al celei mai înapoiate provincii din punct de vedere energetic — a fost creat într-un termen record. În mai puțin de 2 ani s-au construit liniile de transport de 110 kV pe stîlpi metalici Borzești—Bacău, Bacău—Roman—Bicaz și stațiile de transformare de 110/35/6 kV Roman—Bicaz și

Săvineşti, permiţînd alimentarea cu energie electrică produsă de CET Borzeşti a centrelor industriale Roman şi Săvineşti, precum şi linia 110 kV pe stîlpi din beton armat centrifugat Roman—Iaşi şi staţia de 110/35/6 kV Iaşi, care au permis alimentarea cu energie electrică din sistem a capitalei Moldovei.

Tot în 1955—1957 sistemul energetic Ardealul central a fost interconectat cu Ardealul de sud-est şi s-a realizat alimentarea cu energie electrică din sistem a marilor centre industriale Hunedoara, Oţelul Roşu şi Reşiţa prin construirea liniilor de 110 kV pe stîlpi de metal Sîngeorgiu—Tîrnăveni—Hunedoara, Hunedoara—Paroşeni, Paroşeni—Oţelul Roşu, Oţelul Roşu—Reşiţa şi a staţiilor de transformare de 110 kV Tîrnăveni, Hunedoara, Oţelul Roşu şi Reşiţa.

Cu realizarea liniei 110 kV pe stîlpi metalici Paroşeni—Bărbăteşti şi staţiei de 110 kV Bărbăteşti s-a realizat alimentarea cu energie electrică din CET Paroşeni a şantierelor petrolifere şi a provinciei Oltenia. Această linie s-a realizat în condiţii deosebit de grele, ea traversînd munţii Carpaţi prin pasul Vulcan la peste 1 700 m altitudine.

Tot în anul 1957 am început să ne afirmăm şi peste hotare, punîndu-se în funcţiune termocentrala de la Sini-Veni din R.P. Chineză, proiectată în ţara noastră, executată cu aparataj romînesc şi o cameră de comandă executată în întregime la atelierele trustului, montajul părţii electrice a termocentralei fiind coordonat pe teren de ing. Stoicescu Vasile din cadrul Trustului de Construcţii şi Montaje Energetice.

O termocentrală executată în acelaşi fel s-a pus în funcţiune în anul 1958 la Iu Men în condiţiile dificile de climă ale pustiului Gobi.

Continuîndu-se extinderea continuă a sistemului energetic naţional, s-a realizat în acest an linia de 110 kV Cluj—Baia Mare, care va asigura alimentarea regiunii Baia Mare din sistemul naţional. Din cauza reliefului accidentat această linie s-a executat pe stîlpi pentru dublu circuit, metalici. Şi aci s-au adus îmbunătăţiri tehnice realizîndu-se distanţe mai mari între stîlpi şi înlocuirea diagonalelor din oţel laminat cu oţel beton, realizîndu-se un ritm de cca 1 km pe zi.

Cu linia 110 kV Bărbăteşti—Filiaşi—Craiova, prin care capitala Olteniei va fi alimentată din CET Paroşeni şi a cărei construcţie este în curs, se va realiza prima linie 110 kV cu dublu circuit pe stîlpi de beton armat centrifugaţi monofilari.

4. Realizările în Sectorul de construcţii energetice

De la înfiinţarea sa în 1949 Trustul Energoconstrucţia, căruia îi revenea sarcina de a contribui la realizarea planului de electrificare a ţării, a trecut fără întîrziere la organizarea lucrărilor de construcţii ale primelor şantiere de centrale: Ovidiu I, Prisaca Dornei (Diesel), a C.T.E. Ovidiu II şi Gheorghe Gheorghiu-Dej Doiceşti (fig. 7).

Paralel cu executarea acestor lucrări s-a trecut şi la viitoarele şantiere ce aveau a începe

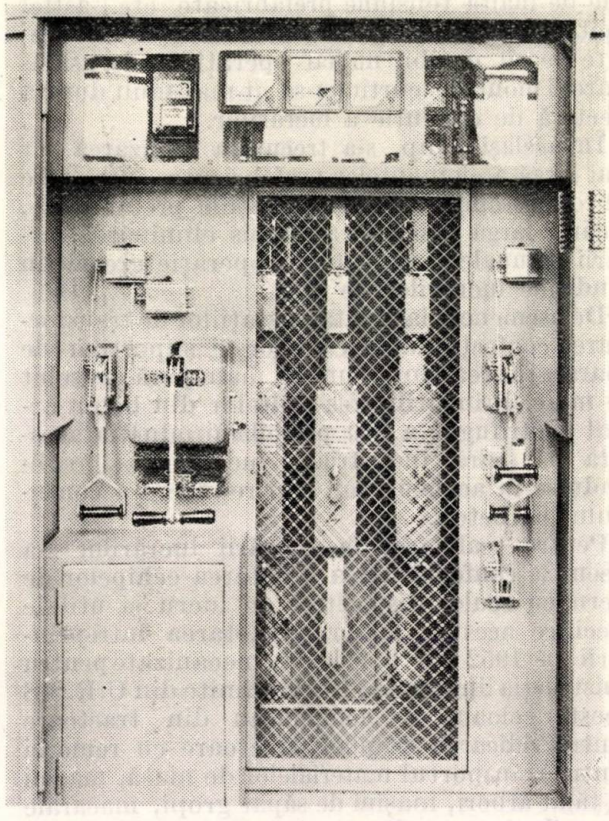


Fig. 7. Cabine metalice prefabricate 6 kV pentru montaj în exterior.

curînd şi pentru care trebuiau pregătite necesarul de utilaje, cadrele de tehnicieni şi ingineri.

Aceste lucrări începute în 1951 şi continuate în anii următori sînt: C.T.E. Sîngeorgiu de Pădure, Paroşeni, Borzeşti, precum şi lucrările de construcţie ale marilor staţii de transformare 110/35/6 kV destinate a deservi regiunile industriale învecinate: Oraşul Stalin, Bucureşti-Est, apoi numeroase staţii de 35/6 kV din ţară.

Evoluţia realizărilor între 1949 şi 1959 se extinde repede în diferite direcţii, cuprinzînd numeroase lucrări mari şi mici ce se grupează în jurul fiecărei centrale electrice (construcţii anexe, colonii de locuinţe, construcţii social-culturale) precum şi lucrări hidrotehnice (baraje, canale, bazine, de alimentări cu apă, canalizări etc.), căi ferate necesare alimentării şi circulaţiei vagoanelor de combustibili etc.

Ca o exemplificare a aspectului multilateral al activităţii în sectorul de construcţii energetice este suficient să menţionăm că pentru C.T.E. Doiceşti au fost necesare a se executa — în cadrul alimentării cu cărbuni locali — cca 15 km

linii înguste de căi ferate în regiuni accidentate, lucrări de artă, terasamente etc.

Pentru aprovizionarea cu materiale și semifabricate necesare șantierelor deschise s-a organizat și dezvoltat o largă producție auxiliară de extragere de balast (nisip, pietriș), cariere de piatră spartă, prefabricate de beton (tuburi, stîlpi, grinzi, elemente de planșee), construcții metalice (ferme suporți de aparataje etc.) precum și produse noi ca : stabilit, penobeton, tîmplărie prefabricată din beton armat etc.

Un aspect deosebit de important în vederea asigurării execuției lucrărilor în termene scurte, de calitate și la un preț de cost redus, este în lucrările de construcții dezvoltarea în largă măsură a utilării mecanice și mecanizării lucrărilor; în această direcție dotarea cu utilaje a sectorului de construcții a primit un larg sprijin din partea organelor tutelare și de la un număr redus de utilaje (în 1950 avea un excavator, 3 locomotive, 600 vagoneți, 32 betoniere, 2 tractoare, 44 autocamioane), a ajuns în 1956 să aibă de 7 ori mai mult (17 excavatoare, 44 locomotive, 1700 vagoneți, 88 betoniere, 60 tractoare, 146 autocamioane etc.). Tonajul acestor utilaje raportat la valoarea producției anuale exprimată în milioane a reprezentat un spor de la 7,5 tone la 57 tone în 1955.

Același a fost și cazul micii mecanizări de șantier cuprinzînd : schele metalice, macarale cosinus, utilaje etc. menite a reduce consumul de manoperă.

Sectorul Instalații a avut sarcina de a asigura execuția tuturor lucrărilor de instalații interioare și exterioare : alimentarea cu apă potabilă și industrială, canalizare, termoficare și instalații de încălzit central, condiționat și ventilat a încăperilor, instalații electrice (forță și lumină), instalații de gaze etc.

Asemenea lucrări, ce reprezintă valori importante de 10—20% din costul construcțiilor, sînt strîns legate de execuția acestora și condiționează avansarea lor.

Acest sector necesită muncitori calificați de diferite specialități pentru formarea cărora a fost necesară o stăruință deosebită.

Sectorul de Instalații compus dintr-un număr de 50 salariați (ingineri și tehnicieni de specialitate) a asigurat executarea acestor lucrări la toate termocentralele, stațiile, coloniile și construcțiile anexe realizate de la înființarea sa și chiar la Centrul de Cercetări Nucleare în 1958. Colaborarea acestui sector cu sectoarele de construcții și montaj se face simțită de la începutul lucrărilor pe fiecare șantier prin asigurarea condițiilor indispensabilor lucrărilor generale de organizare necesare deschiderii șantierului.

Din volumul realizărilor sectorului de construcții energetice în domeniul construcțiilor vom prezenta cîteva cifre caracteristice :

a) *Șantierul Ovidiu II în 1950—1951* a necesitat lucrări de excavații în stîncă de cca 500 000 m³.

Toate lucrările de fundație la această centrală s-au executat sub apă în stîncă sau nisipuri afuiabile.

Din cauza termenului scurt lucrările de beton ale centralei au fost executate iarna la înălțimi pînă la 35 m.

b) *Șantierul CTE Doicești 1950—1954* — prima mare centrală de acest gen (executată integral în beton armat monolit după proiecte I.S.P.E., cadre 22 m deschidere) — a constituit o realizare dificilă, fiind și o experiență pentru cadrele tinere de ingineri, tehnicieni și muncitori chemați a contribui la această lucrare.

La această centrală s-au executat, pe lîngă lucrările de construcție în beton armat monolit, fundații de turbine de 20 MW, 4 turnuri de răcire hiperbolice în beton armat a 5 000 m³/h, barajul cu prize de apă pe Ialomița, canal de aducțiune, bazine de denisipare, amestec, casa sitelor etc., apoi gospodăria de combustibili solizi (casa screperelor, casa morilor etc.) conducte de evacuarea cenușii, alimentare cu apă, canalizări, căi ferate, drumuri etc.

De asemenea o colonie de locuințe cu cca 200 apartamente în 10 blocuri moderne amenajate cu termoficare și instalații electrice, sanitare etc.

c) *Șantierul Paroșeni 1951—1956* a impus nivelări și terasamente largi (cu drenaje adînci) însumînd un volum de cca 1 000 000 m³.

— Lungimea căilor ferate de garaj este de cca 5 000 m.l.

— Lucrările hidrotehnice (baraj pe Jiu, canal aducțiune de 1,5 km, decantor, bazine etc.) reprezintă cca 25% din valoarea construcțiilor.

— Alimentarea centralei cu apă de răcire a impus construirea a 3 turnuri de răcire a 12 000 m³/h.

— Toate lucrările de construcție, betoane și zidărie depășesc 200 000 m³.

— Colonia de locuințe cuprinde 15 blocuri cu 300 apartamente.

— Coșul de fum este una din lucrările cele mai mari de acest gen executate în țară.

— Gospodăria de combustibil cu instalații pentru primirea și manipularea cărbunelui.

— Primele fundații pentru turbine de 50 MW.

d) *Șantierul centralei de termoficare Borzești 1952—1958*, destinată a alimenta cu energie electrică și termică complexele industriale vecine, este caracterizat prin extinderea mare a halei de cazane și mașini, în care se vor monta cele mai mari unități de acest fel din țară (cazan 420 t/h la 140 ata și 570°, turbine de 50 MW cu condensație și prize etc.).

Între lucrările speciale importante menționăm :

— alimentarea cu apă de răcire cu baraj pe Trotuș, bazine de denisipare și canal de aducțiune 5,5 km lungime (1 500 m conductă Ø 2,50 m), canale de evacuare, 2 turnuri de răcire 12 000 m³, bazine și alte lucrări ;

— gospodăria de combustibil lichid cu 2 rezervoare subterane de 2 500 m³ capacitate în beton armat, casa de pompe, tunele de legături etc. ;

Îndeosebi se poate menționa realizarea unor lucrări tehnice deosebit de importante care constituie elemente caracteristice de înaltă calificare în construcția marilor termocentrale. Acestea sînt :

Coșurile înalte de fum în elemente prefabricate de formă tronconică în beton armat căptușite cu cărămidă refractară (clavouri tip Monoyer) s-au executat folosind concursul tehnic al specialiștilor C.S.R. la început, pentru ca după 1955 să fie executate de zidari romîni.

S-au executat astfel :

— la Paroșeni 1 coș ;

— la Doicești 2 coșuri ;

— la Sîngeorgiu și Borzești 2 coșuri.

Turnuri de răcire hiperbolice în pînze subțiri din beton armat de înălțimi pînă la 57 m Ø 35—50 m :

— la Doicești	capacitate	5 000m³/h	4	buc.
— la Grozăvești	„	„ „	1	„
— la Paroșeni	„	12 000 „	3	„
— la Sîngeorgiu	„	„ „	2	„
— la Borzești în construcție			2	„

5. Realizările Sectorului de producție industrială-auxiliară

În cadrul sarcinilor trasate prin planul de electrificare, atelierele create în 1953 de Trustul Energoconstrucția și Trustul Electromontaj, ca întreprinderi anexe, au asigurat de la început executarea construcțiilor metalice, a confecției de stîlpi pentru linii electrice (metalici, de beton armat) și alte prefabricate necesare termocentralelor și stațiilor de transformare.

După comasarea celor 2 trusturi în T.C.M.E. în 1958, întreprinderile anexe E. M. nr. 8 și A.C.E.U. s-au contopit și au continuat activitatea sub forma întreprinderii nr. 7 de construcții metalice și prefabricate.

Profilul de fabricații al acestei întreprinderi cuprinde astăzi o varietate mare de produse cerute de nevoile întreprinderilor de construcții și montaje linii și stații.

Întreprinderea produce și confecționează aproape toate elementele ce intră în execuția liniilor electrice (cu excepția conductorilor și izolatorilor), de asemenea furnizează confecțiile necesare pentru stații de transformare și camere de comandă (fig. 8).

Producția acestui sector cuprinde :

— stîlpi de orice fel pentru linii electrice de joasă și înaltă tensiune sudați din oțel cu zăbrele ; idem din beton armat centrifugat cu anexele lor și stîlpi de lemn impregnat cu anexele lor ;

— stîlpi și rigle din beton armat de tot felul pentru stații de transformare ;

— cleme din fontă maleabilă, din aluminiu și bronz ;

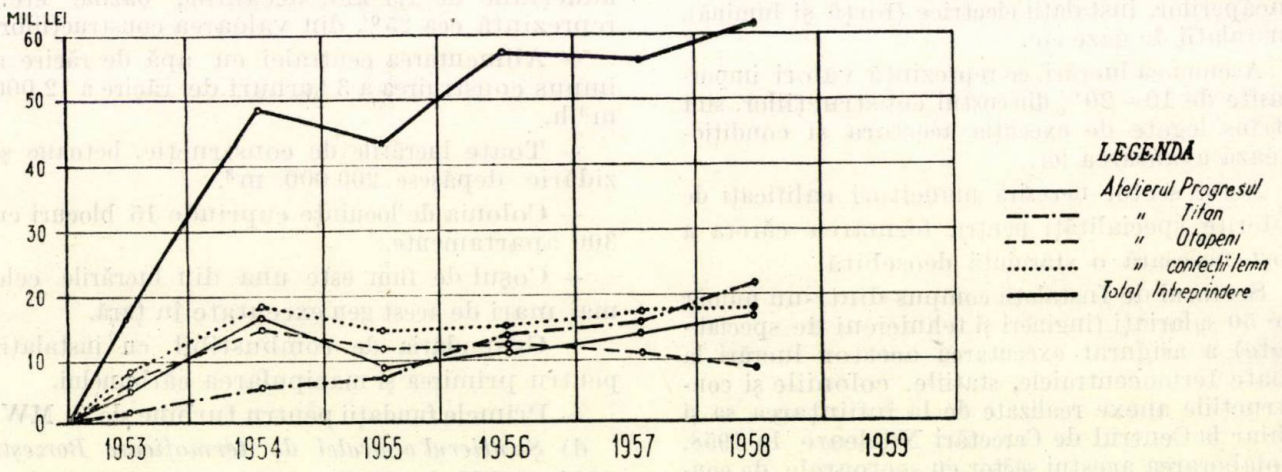


Fig. 8. Producția sectorului industrial auxiliar din perioada 1953—1959.

Fundații de turboalternatoare în beton armat masiv pentru unități de 12—20—25 și 50 MW, elemente monolite de mari dimensiuni ce impun pentru execuție o deosebită atenție în precizia trasării și montajului pieselor metalice înglobate.

— panouri pentru stații și cameră de comandă complet echipate ;

— confecții și construcții metalice pentru stații, posturi de transformare și termocentrale.

Atelierele acestui sector au fost dezvoltate succesiv în hale existente sau amenajate, care

dispun de utilajele tehnologiei necesare fluxului de fabricație, dar care deseori au trebuit să acopere sarcinile ce li s-au trasat, concomitent cu investițiile proprii.

Dezvoltarea valorică a producției sectorului de producție industrială auxiliară este arătată în fig. 9 care indică în mod evident tendința de

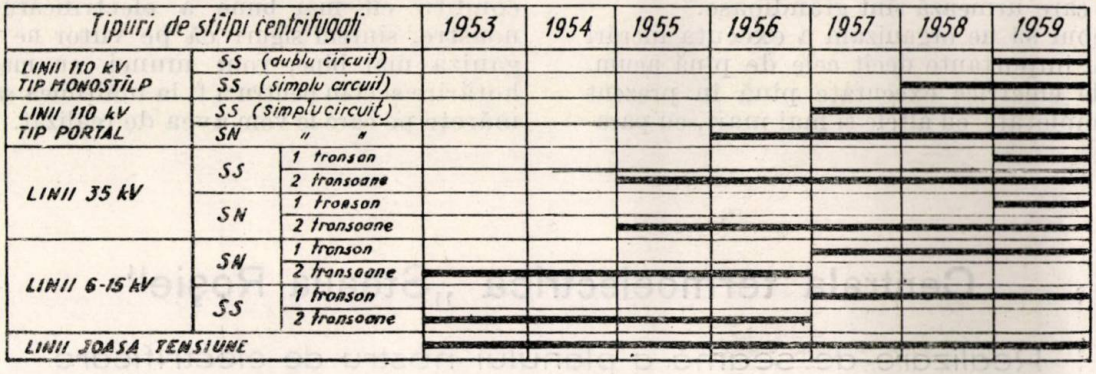


Fig. 9. Evoluția fabricării tipurilor de stîlpi din beton centrifugat.

creștere a producției de stîlpi de beton armat înlocuind folosirea celor din metal, material deficitar, la toate tipurile de stîlpi.

Creșterea producției de stîlpi centrifugați din beton armat de diferite tipuri destinați liniilor de înaltă tensiune a fost una din preocupările de seamă ale sectorului.

Succese importante a marcat din acest punct de vedere producția stîlpilor mari destinați liniilor de 35—110 kV după 1955 cum rezultă din fig. 10.

În special execuția stîlpilor destinați liniilor 110 kV simplu circuit din 2 tronsoane avînd înălțime totală 26,80 m începută în 1958 și a celor dublu circuit figurînd în planul realizărilor

dimensiuni; astfel din fig. 10 rezultă volumul de beton mediu aferent unei centrifugări pe mașină, volum care după 1956 indică o scădere masivă de la 0,71 la 0,5 m³/centrifugare. De altă parte cubajul unitar al unei centrifugări a trebuit să se adapteze stîlpilor mari proiectați, al căror diametru a crescut pînă la 0,72 m, și lungimilor pînă la 20 m; s-au putut realiza astfel chiar centrifugări de tronsoane pînă la 1,85 m³/centrifugare.

Investițiile și instalațiile fabricii de centrifugate Titan sînt în continuă dezvoltare în scopul adoptării unor noi linii tehnologice și unui preț de cost în continuă scădere.

Similar s-au depus eforturi în adoptarea de tipuri noi de stîlpi metalici în vederea reducerii consumului de laminate; s-a trecut astfel de la stîlpi nituiți din profile laminate la stîlpi de metal sudați și în urmă în trim. I/1959 s-au realizat stîlpi de susținere în metal, pentru linii dublu circuit 110 kV, cu înălțimi de 30 m,

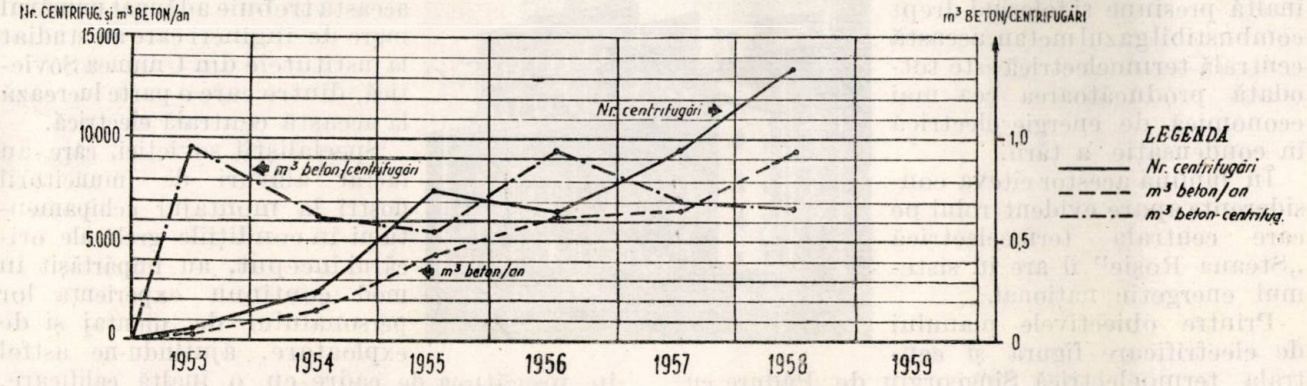


Fig. 10. Variația centrifugărilor.

pe 1959 constituie un mare succes întrucît execuția din 2 tronsoane reduce numărul centrifugărilor necesare de la 3 la 2.

Creșterea producției de stîlpi centrifugați este de altfel evidențiată și de graficul indicînd volumul din ce în ce mai redus al stîlpilor de mari

folosind 50% oțel beton în loc de laminate și cîntărind cca 3 tone/buc.

Îmbunătățirea calității producției, urmărirea caracteristicilor diferitelor tipuri de stîlpi proiectați de I.S.P.E. și verificarea noilor prototipuri în vederea omologării lor constituie de asemenea

o preocupare a sectorului care a creat în acest scop bancuri de probă în care se fac încercări de flexiune şi rupere a produselor sale.

Cele arătate mai sus sînt fapte care arată dezvoltarea rapidă a Trustului de Construcţii şi Montaje Energetice, de la 2 întreprinderi nou înfiinţate, la un trust puternic, capabil să preia sarcini de mai mare răspundere. Şi într-adevăr sarcinile care urmează sînt grandioase.

Va trebui să ne organizăm a executa lucrări mult mai importante decît cele de pînă acum. Centralele electrice executate pînă în prezent vor fi completate cu altele şi mai mari, cu parametrii ridicaţi, cu debite şi puteri mult sporite, liniile electrice de transport de energie electrică şi staţiile de transformare vor trece la caracteristici superioare, distribuţia de energie electrică va fi mult extinsă.

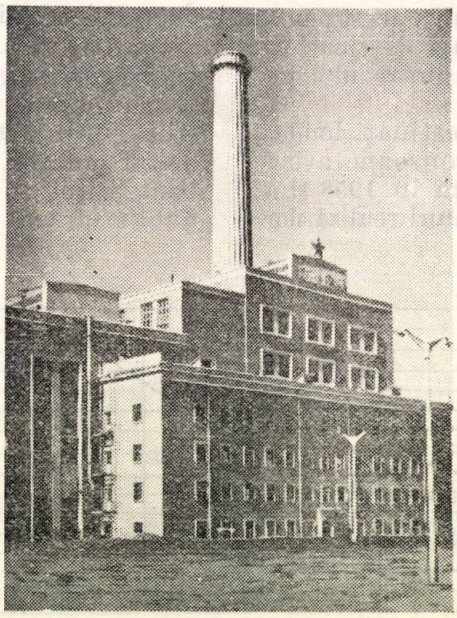
Ferm convinşi că vom avea sprijinul neprecupeţit al Partidului şi Guvernului nostru, care urmăreşte permanent şi susţinut realizarea în condiţii cît mai bune a electrificării patriei noastre, sîntem siguri că pe viitor ne vom organiza mai bine, vom munci cu mai multă hotărîre şi elan pentru a fi la înălţimea sarcinilor măreţe pe care le vom avea de realizat.

Centrala termoelectrică „Steaua Roşie"

Realizare de seamă a planului nostru de electrificare

Ing. *ION MUNTEANU*
Inginer şef C.T.E. „Steaua Roşie"

Anul acesta, termocentrala „Steaua Roşie" a sărbătorit cinci ani de funcţionare. La data de 12 aprilie 1954 orele 22^{07} a intrat în paralel primul grup de 25 MW, dată care marchează începutul activităţii de exploatare a termocentralei, a cărei putere a crescut treptat, ajungînd în 1958 să fie cea mai mare unitate producătoare de energie electrică din ţară. Din totalul producţiei de energie electrică a Departamentului Energiei Electrice în anul 1958, a şaptea parte a fost produsă la Sîngeorgiu de Pădure.



Fiind o centrală modernă de înaltă presiune şi folosind drept combustibil gazul metan, această centrală termoelectrică este totodată producătoarea cea mai economică de energie electrică în condensaţie a ţării.

În lumina acestor cîteva considerente apare evident rolul pe care centrala termoelectrică „Steaua Roşie" îl are în sistemul energetic naţional.

Printre obiectivele planului de electrificare figura şi centrala termoelectrică Sîngeorgiu de Pădure cu puterea de 100 MW. Această sarcină nu numai că a fost îndeplinită, ci a fost şi mult depăşită prin ridicarea puterii instalate la 150 MW.

Realizarea planului de electrificare a ţării nu putea fi concepută decît pe baza tehnicii moderne. Şi în acest domeniu al economiei am primit ajutorul frăţesc al Uniunii Sovietice, care ne-a furnizat întreg echipamentul, punîndu-ne la dispoziţie instalaţiile care în acel moment prezentau tot ce era mai bun, mai sigur, în funcţionare şi mai economic în stadiul respectiv al energeticii. De nepreţuit a fost ajutorul dezinteresat al Uniunii Sovietice şi în ridicarea noilor cadre care urmau să deservească această termocentrală, care s-au specializat în instalaţiile din întreprinderile Uniunii Sovietice, prin punerea la dispoziţie fără nici o rezervă a întregului material documentar şi a informaţiilor tehnice solicitate. La aceasta trebuie adăugat numărul mare de ingineri care au studiat la institutele din Uniunea Sovietică, dintre care o parte lucrează la această centrală electrică.

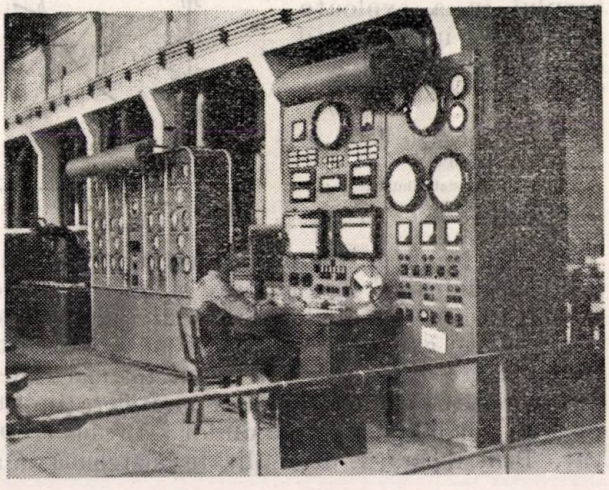
Specialiştii sovietici, care au lucrat alături de muncitorii noştri la montajul echipamentului în condiţiile grele ale oricărui început, au împărtăşit în mod continuu experienţa lor personalului de montaj şi de exploatare, ajutîndu-ne astfel în pregătirea de cadre cu o înaltă calificare.

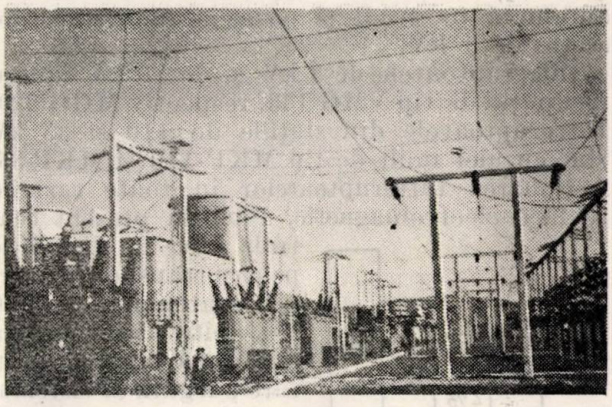
Centrala termoelectrică „Steaua Roşie" a fost proiectată de ISPE pe baza proiectului TEP-Moscova. Iniţial proiectul cuprindea patru turbogeneratoare de 25 MW, ce urmau să funcţioneze cu trei cazane, pe lîngă care să existe un al patrulea cazan identic, de rezervă. Ulterior, datorită creşterii rapide a necesităţilor de energie electrică, s-a proiectat instalarea

celui de-al cincilea turbogenerator cu puterea de 50 MW, ca astfel să se utilizeze complet și continuu debitul celor patru cazane instalate.

Cazanele de abur construite a funcționa exclusiv cu gaz metan sînt cazane cu circulație naturală, cu vaporizare în două trepte, de tip TG-170, de înaltă presiune, $p = 100$ ata, $t = 510°C$, debit 170 t/h. Pentru separarea aburului sînt prevăzute cu un tambur separator, din care aburul trece în tamburul principal prevăzut cu un sistem de separație. După regulatorul de temperatură de suprafață aburul trece printr-un supraîncălzitor de convecție și apoi în supraîncălzitorul de radiație. Alimentarea cazanului e prevăzută a se face la temperaturi ridicate și anume 190—215°C, respectiv la temperatura apei de alimentare după preîncălzitorii de înaltă presiune ai turbinelor. Cazanul e prevăzut cu două ventilatoare de aer și două ventilatoare de gaze, la sarcini mici utilizîndu-se numai cîte unul din ele. Toate organele principale de manevrare sînt prevăzute cu acționare la distanță, de la pupitrul de comandă. Organele de reglaj ca : nivel de tambur, alimentare cu apă, alimentare cu gaz metan, aer, tiraj în focar sînt automatizate, cum și presiunea aburului și corelația raportului gaz-aer. Cazanele debitează pe o bară comună, putînd să funcționeze și în bloc cu turbinele de 25 MW.

Turbinele, atît cele de 25 MW de tip VK-25-1 cît și cea de 50 MW de tip VK-50-1, sînt cu acțiune, avînd o roată Curtis și 18 respectiv 17 trepte de presiune. Parametrii aburului proaspăt sînt $p = 90$ ata și $t = 500°C$, iar vidul în condensator 96%. Turbinele sînt prevăzute cu un ciclu regenerativ al condensatului, alimentat de la diferite prize de prelevare a aburului turbinei, care e format din trei preîncălzitori de joasă presiune, ce împreună cu condensatorul vaporizatorului lucrează la presiunea de 12 at a pompelor de condensat. După degazare în degazorii de 6 ata, apa de alimentare este refulată de pompele de alimentare la presiunea de 150 at prin doi preîncălzitori de înaltă presiune spre cazane.





Există în total patru electropompe de alimentare și două turbopompe, fiecare cu debitul nominal de 270 t/h. La sarcina maximă funcționează în mod normal trei electropompe, iar a patra e în rezervă pe blocaj, intrînd în funcție la declanșarea vreunei electropompe sau la scăderea sub o anumită limită a presiunii pe bara comună de refulare.

Turbopompele sînt destinate în primul rînd pentru a funcționa în cazul căderii serviciilor interne, dar au și rolul de rezervă a electropompelor. Alimentarea cu apă de răcire a condensatoarelor se face mixt, cu apă din Tîrnava Mică ce vine printr-o aducțiune deschisă, un denisipator și o aducțiune închisă, precum și două turnuri de răcire de cîte 12 000 m³/h. Pompele de circulație montate în fața condensatorilor sînt opt la număr și debitează pe o bară comună, care e prevăzută cu posibilități de secționare.

Ca apă de adaos se utilizează condensatorul produs de vaporizatori aferenți turbinelor, alimentați cu aburi de la prizele acestora. Circuitul apei de adaos este cel clasic : coagulare, filtre minerale, filtre Na-cationice, degazori atmosferici-vaporizatori.

Generatoarele grupurilor de 25 MW de tipul T2-25-2 funcționează în bloc cu transformatoarele de putere și ambele au 31,5 MVA, iar la grupul de 50 MW, generatorul de tip T2-50-2 și transformatorul respectiv funcționează cu putere aparentă de 60 MVA. Ambele tipuri de generatoare au la borne 10,5 kV și răcirea cu aer în circuit închis.

Transformatoarele primelor două grupuri au trei înfășurări 10,5/110/35 kV destinate a alimenta și stația de 35 kV ; transformatoarele grupului 3 și 4 sînt numai cu două înfășurări 10,5/110 kV și la transformatorul nr. 5 cu trei înfășurări, nu se utilizează în prezent partea de 35 kV.

Serviciile interne lucrează la tensiunile de 3 și 0,4 kV. Serviciile interne de 3 kV sînt aranjate pe cinci secții corespunzătoare celor cinci grupuri și sînt alimentate prin transformatoare 10/3 kV de la grupurile respective. Separat de aceasta există un transformator de rezervă de 110/3 kV, care normal stă în rezervă

automată pe AAR și poate alimenta oricare secție de 3 kV.

Întreruptoarele de 3 kV și de 10 kV sînt cu ulei puțin de tip VMG-133, respectiv MGG-229. Întreruptoarele din stațiile de 110 și 35 kV sînt cu ulei mult de tip MKP-110 și MKP-35. Acționarea întreruptoarelor în toate cazurile se face electromagnetic. Pînă în prezent centrala are la dispoziție pentru transportul energiei patru linii de 110 kV, cîte două linii a cîte două circuite, prin care e legată de sistemul

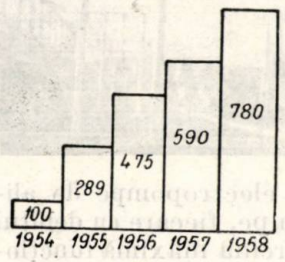


Fig. 1. Creșterea producției de energie electrică.

național, și patru linii de 35 kV de interes regional.

Construcția centralei s-a făcut exclusiv de către Energoconstrucția, iar montajul de către Electromontaj, sub supravegherea tehnică a specialiștilor sovietici.

Lucrările de construcții propriu-zise ale centralei au început în anul 1952, iar montajul la începutul anului 1953. Primul grup, așa cum s-a amintit la început, a intrat în funcțiune la 12 aprilie 1954. La intervale destul de reduse, de circa un an, au fost puse în exploatare și celelalte grupuri, și anume la 17 decembrie 1954 grupul II, la 3 decembrie 1955 grupul III, iar la 24 septembrie 1956 grupul IV, cu care termocentrala a atins puterea instalată prevăzută în proiect. Extinderea centralei a început în anul 1957, iar la 6 martie 1958 a intrat în funcțiune grupul V de 50 MW, astfel că centrala a atins puterea actuală de 150 MW.

Producția anuală de energie electrică (fig. 1) a crescut treptat, în primul rînd datorită ridicării anuale a puterii instalate, iar pe de altă parte prin creșterea din an în an a numărului orelor de utilizare a puterii instalate. Dacă în anul 1954, în prima perioadă de după pornire, centrala care avea 25MW nu era încărcată peste 60% din această putere, pînă în anul 1958 cînd a intrat în exploatare grupul de 50 MW necesitățile de energie s-au mărit treptat, centrala fiind încărcată la maximum. Acest exemplu ilustrează încă o dată ritmul rapid al dezvoltării economiei noastre socialiste. Într-adevăr numărul orelor de funcționare a puterii instalate a crescut de la 5 672 în 1954 la 6 046 în 1958.

Pregătirea personalului care avea să exploateze termocentrala s-a făcut în locuri și în etape diferite. O parte însemnată a muncitorilor și maiștrilor care deservesc astăzi centrala au venit de la uzina Tîrnăveni, încă înainte de pornirea centralei și reușind prin muncă susținută să învingă greutățile începutului au devenit oameni de bază ai întreprinderii, avînd multe realizări de seamă. Este cazul să amintim în această categorie pe șeful secției turbine Iuliu Molnár, șeful laboratorului termotehnic Carol Gutt, maiștrii de la reparații Vasile Dumitru, Ilie Iliascu și Virgil Olteanu, șefi de tură turbine Ion Mureșanu și Aurel Țînțăreanu, mecanici principali Blasiu Mátyás, Simion Vodă, Nonic Roman, Ion Puiu etc.

Așa cum am mai amintit, o parte mai mică a angajaților s-a specializat în centrale termoelectrice asemănătoare din U.R.S.S. devenind cadre tehnice bine pregătite, cum sînt maiștrii Vasile Costea, șeful laboratorului electric și maistrul principal reparații electrice Ion Lazăr.

O mare parte a muncitorilor din exploatare, în special, sînt din această localitate și împrejurimi și s-au calificat în întreprindere, neavînd înainte altă calificare în afară de agricultură.

Avînd dragoste de a învăța, unii din ei prin muncă susținută au reușit să ocupe posturi de calificare înaltă; amintim aici pe tov. Elek Csaszar, angajat ca muncitor necalificat, care astăzi e mecanic I la secția cazane; Ion Cifra și Andrei Hadnagy angajați ca ungători, astăzi sînt mecanici la turbine iar tov. Ștefan Szép, angajat în anul 1954 ca ajutor fochist, astăzi este ajutor de șef de tură la cazane.

În prima perioadă și înaintea punerii în funcțiune a vreunui agregat, personalul a fost școlarizat și instruit în cadrul schemei de pregătire cadre. În afară de aceasta, chiar în perioada cînd personalul se afla în exploatare s-au organizat cursuri de calificare gradul I și II, unde personalul și-a cîștigat cunoștințele necesare.

Orele de instructaj care se țin și astăzi cu regularitate și exercițiile de avarii au constituit un bun prilej de ridicare a cunoștințelor profesionale. Prin examinările profesionale periodice personalul este continuu în curent cu dezvoltarea tehnică a întreprinderii, iar cointeresarea materială reglementată de regulamentul de premiere aduce după sine interesul direct al muncitorului în a exploata instalațiile într-un mod cît mai sigur și mai economic.

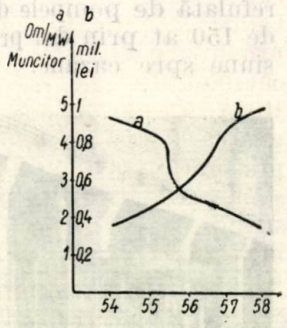


Fig. 2. Productivitatea muncii:
a – om/MW instalat (muncitor);
b – pe cap de muncitor.

Un alt factor de primă importanță în mărirea siguranței de funcționare a unei centrale îl constituie reparațiile de bună calitate. Pe măsură ce experiența oamenilor a crescut, executarea reparațiilor s-a făcut tot mai bine. Prin pregătirea din timp a reparațiilor, timpul de indisponibilitate a mașinilor s-a redus treptat. Prin reparații de calitate mai bună s-a

redus și numărul de reparații cu deschiderea turbinelor. Dacă în primul an de exploatare era necesară anual o reparație capitală cu deschiderea mașinii, în ultimii ani s-a ajuns ca intervalul de reparație cu deschiderea mașinii să crească la doi ani și să se execute în mai puțin de o lună. În anii dintre aceste reparații este suficientă în prezent o reparație curentă de circa 10—14 zile, în restul timpului mașina fiind tot timpul disponibilă. Menționăm că termenele arătate mai sus s-au realizat în ultimul an cu reparații simultane (în bloc) cazan — turbină, de cînd nu mai există al IV-lea cazan de rezervă.

Un pas înainte în îmbunătățirea reparațiilor, scurtarea termenelor de indisponibilitate a instalațiilor și utilizarea mai bună a timpului de lucru s-a făcut prin trecerea la reparațiile centralizate la secțiile termice.

Prin această măsură maiștrii au rămas cu specializarea lor de cazane, turbine etc., însă personalul executant ca sudorii, mecanicii principali de mașini rotative, armături, recipienți, nu mai sînt legați de o anumită secție cazane sau turbine, ei putînd fi mai bine utilizați acolo unde nevoia este mai mare. Cu atît mai mult, mecanicii I și mecanicii II, care lucrează sub îndrumarea maistrului sau mecanicului principal, pot fi utilizați la lucrări mai variate în întreg sectorul termic. În acest fel s-a ajuns la rezolvarea selectivă a nevoilor de reparații în sectorul termic, precum și încărcarea mai uniformă și continuă cu lucrări a personalului de reparații.

La îmbunătățirea reparațiilor în privința calității și reducerii timpului de indisponibilitate a echipamentului, nu poate fi neglijat aportul adus de mișcarea de inovații.

Pe măsura cîștigării de experiență s-au propus și aplicat o serie de raționalizări și perfecționări tehnice privind diverse dispozitive și metode care scurtează operații întregi și îmbunătățesc calitatea lucrărilor. E suficient să menționăm următoarele inovații: „Dispozitiv pentru rectificat inele colectoare la generatori" de maiștrii Bittay Coloman și Vasile Dumitru, „Dispozitiv pentru șlefuirea scaunelor la vanele de înaltă presiune ∅ 175" de maistrul Bela Spineanu și mecanicul Arpad Vass, „Dispozitiv pentru strunjirea rotorilor pompelor de circulație" de maistrul Vasile Dumitru și strungarul Ladislau Kovacs. De asemenea, în domeniul exploatării s-au aplicat inovații privind mărirea siguranței de funcționare a centralei ca: „Modificarea zidăriei arzătoarelor la cazanele TG-170" de ing. Ion Nicoleanu, „Modificarea sistemului de ungere la ventilatoarele de aer ale cazanelor" de maiștrii Virgil Olteanu și Gheorghe Sarlea.

S-au pus în aplicare inovații care aduc economii în exploatare ca: „Verificarea protecției generatoarelor după reparație, în perioada ridicării turației la turbine" de maiștrii Ioachim Bîrsan și Vasile Costea. „Recuperarea condensatului provenit din aburul de eșapare al turbopompelor de alimentare" de maistrul Ilie Jidveanu etc.

Realizările în domeniul mișcării de inovații se pot oglindi și din rezultatele concursului între întreprinderi. Astfel centrala termoelectrică „Steaua Roșie" a primit următoarele distincții:

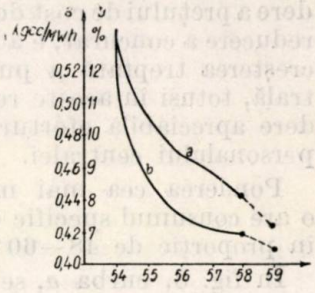


Fig. 3.
a — consumul specific; b — consumul tehnologic.
realizat 1954—1958;
planificat 1959.

În concursul de inovații pe fostul MEE, mențiune în anul 1955 și locul III în anul 1956, iar în anul 1957 centrala a primit mențiune în concursul pe Ministerul Industriei Grele, fără a menționa detaliat rezultatele și mai bune obținute în concursul dintre întreprinderile din Regiunea Autonomă Maghiară.

O dată cu ridicarea calificării personalului, a fost posibilă ridicarea treptată a productivității muncii. Pentru specificul nostru productivitatea muncii se exprimă cel mai bine în om/MW la categoria muncitori. În graficul (din fig. 2) curba arată cum a scăzut această cifră de la pornirea centralei. Aceste realizări au putut fi obținute, pe de o parte, datorită creșterii treptate a puterii instalate în centrală, cînd în mod proporțional a crescut numai numărul personalului de exploatare, restul rămînînd aproximativ același. Pe de altă parte, însă, a existat o reducere substanțială a numărului de personal din exploatare pe agregat.

De exemplu, dacă în 1954 la o turbină erau șase oameni, în prezent o turbină este deservită de 2 persoane.

Asemenea exemple le găsim aproape la toate locurile de muncă și acest lucru a fost posibil prin ridicarea treptată a calificării personalului.

Productivitatea pe cap de muncitor, ca o consecință a celor de mai sus în perioada considerată, este în continuă creștere așa cum rezultă din fig. 2, curba *b*.

Activitatea unei întreprinderi poate fi apreciată în mod global — urmărind evoluția în timp a prețului de cost. Prin analiza prețului de cost de la pornirea centralei și pînă astăzi se observă că din an în an — datorită unei preocupări susținute — acesta a devenit tot mai favorabil, ajungînd la un nivel care

face din termocentrala „Steaua Roșie" una din cele mai economice centrale termoelectrice din țară.

Față de anul 1954, în 1958 s-a obținut o scădere a prețului de cost de circa 34,5%. La această reducere a concurat, e adevărat, în mare măsură creșterea treptată a puterii instalate din centrală, totuși în aceste rezultate intră cu o pondere apreciabilă eforturile proprii susținute ale personalului centralei.

Ponderea cea mai mare în prețul de cost o are consumul specific de combustibil, ce intră în proporție de 48—60%.

În fig. 3, curba *a*, se vede felul cum a fost redus consumul specific de combustibil, în decursul celor cinci ani de exploatare.

Această reducere a fost posibilă prin descoperirea rezervelor de economii de căldură, care existau încă după pornirea centralei, prin aplicarea unor inovații și îmbunătățiri, în menținerea unui regim cît mai economic de funcționare și în ridicarea continuă a calificării personalului de exploatare privind funcționarea economică a agregatelor.

Criteriile de premiere a personalului muncitoresc din exploatare la capitolul economii, prin cointeresarea mai bună a acestora, au contribuit de asemenea la reducerea consumurilor.

Factorul care intervine cu cea mai mare pondere cînd e vorba de reducerea consumului specific, îl constituie vidul la turbine. Un procent de vid reprezintă circa 0,8% din consumul specific. Menținerea unui vid ridicat în condensatorii turbinelor este condiționată în primul rînd de curățirea țevilor condensatorilor și de o bună etanșeitate a părților sub vid ale mașinii.

Este cunoscut faptul că rîul Tîrnava Mică în bună parte din an are un mare conținut de aluviuni, în perioadele ploioase acesta crescînd foarte mult. În aceste perioade denisipatorul nu le mai poate reține și ele se depun sub formă de nămol în țevile condensatorilor. Pe de altă parte Tîrnava Mică, în urma studiilor ulterioare pentru îmbunătățirea calității apei de răcire, s-a dovedit foarte bogată în suspensii vegetale (frunze, rădăcini etc.) care se depun pe plăcile frontale ale condensatoarelor și strangulează trecerea apei de răcire. În privința etanșeității părților sub vid ale turbinelor față de pătrunderea aerului, mașinile VK-25-1 și VK-50-1 avînd un circuit regenerativ compus din cîte cinci preîncălzitoare, ale căror aerisiri merg în cascadă în condensator, inclusiv de la vaporizator, preîncălzitorul nr. 1 fiind tot timpul sub vid, iar al doilea de asemenea la sarcini mai mici, problema infiltrațiilor de aer nu este ușor de rezolvat și presupune reparații de bună calitate și o întreținere permanentă a armăturilor și suprafețelor de separație aflate sub vid.

Începînd din anul 1954 și pînă astăzi în domeniul menținerii vidului cît mai ridicat în afară de cele prevăzute în proiect s-au luat o serie de măsuri, dintre care, în primul rînd, era necesară adaptarea unor rețele de site și altor dispozitive, care să servească la oprirea suspensiilor vegetale.

Astfel, în fața barajului s-a instalat o punte din bile de brad pentru abaterea frunzelor de la suprafața apei și a altor corpuri plutitoare. În fața prizei de apă de la baraj s-a construit un pod plutitor cu site mobile pentru reținerea frunzelor.

În afară de grătarele din fața prizei și de la denisipator s-au construit un rînd de site mobile acționate prin macara la ieșirea din denisipator.

La intrarea apei de rîu la puțul de amestec al apei de Tîrnavă cu cea de la turnurile de răcire, s-au construit două rînduri de site mobile de asemenea acționate cu macara pentru curățire. Pentru ca la ridicarea sitelor, frunzele să nu cadă și să treacă pe sub site, acestea s-au prevăzut cu buzunare pentru reținerea frunzelor.

În acest fel s-a asigurat în mare măsură reținerea suspensiilor vegetale. Deoarece acest sistem necesită multă muncă manuală la ridicarea și curățirea sitelor, pentru mecanizarea acestor operații și o curățire mai bună, în anul curent s-a proiectat de către ISPE un sistem de site cu perii mecanice, ce urmează să se monteze de către TCME. În acest fel considerăm că această problemă va fi definitiv rezolvată.

În privința curățirii țevilor condensatoarelor de nămol s-au folosit cele mai diferite metode: curățirea cu vergeaua, cu presiune de apă, cu peria de sîrmă și apă, cu dopuri de cauciuc acționate prin jet de apă, idem cu cartușe metalice prevăzute cu rondele de cauciuc. Periile de păr folosite recent au avantajul că sînt mînuite de o singură persoană, în timp ce celelalte metode necesită un număr destul de mare de oameni. Avînd posibilitatea de a separa jumătate de condensator, la aceste mașini țevile condensatoarelor se spală de obicei în funcțiune, la sarcină redusă, în golurile de sarcină de noapte în general și atunci cînd sistemul permite descărcarea. Perioadele cînd mașinile au fost oprite în golurile de duminică, se utilizează complet pentru curățirea condensatoarelor, lucrîndu-se în schimburi. Această muncă susținută a contribuit efectiv la funcționarea centralei cu consum specific tot mai redus.

Întrucît metodele arătate mai sus sînt condiționate de reduceri de sarcină și necesită manevre în instalații și mai ales multă manoperă, s-a experimentat în ultimul timp curățirea automată cu bile de cauciuc.

Încercările s-au făcut cu un număr redus de bile de cauciuc și în lipsa acestora și cu bile de lemn, cu rezultate promițătoare.

Al doilea factor important de care depinde vidul în condensator este etanșeitatea întregului sistem sub vid al mașinii. Pentru apre-

cierea gradului de etanşeitate, de două ori pe lună se măsoară căderea vidului la maşina respectivă în timp de un minut cu ejectorul oprit, iar zilnic se determină debitul de aer prin ejectoare.

Detectarea pătrunderilor de aer în condensatoare cu turbina în funcţiune, folosind flacăra în dreptul armăturilor şi suprafeţelor de separaţie, care se folosea exclusiv în trecut, este relativă şi nesensibilă datorită curenţilor de aer cald din acele locuri. Începînd din ultimii ani detectarea neetanşeităţilor se face la reparaţii în felul următor:

După ce maşina s-a răcit se umplu condensatorul, prizele turbinei şi cilindrul inferior cu apă, iar după etanşarea interstiţiilor şi a căminelor de la labirinţi, se presează deasupra apei aer comprimat. În acest fel, cu ajutorul apei care curge la neetanşeităţi se descoperă punctele slabe, iar după remedierea defecţiunilor se încearcă din nou prin repetarea probei. Pentru a nu suprasolicita arcurile pe care stă condensatorul, acesta s-a sprijinit prin adaosuri între condensator şi fundaţie. Cu această metodă s-a ajuns să se realizeze etanşeităţi corespunzătoare la o cădere a vidului de 8 mm col. Hg/min, apropiindu-ne mult de cifra dată de fabrica constructoare, care este de 2 mm col.Hg/min.

Ceea ce s-a arătat referitor la vid este numai un aspect al luptei pe care o duce personalul centralei pentru reducerea continuă a consumului specific. Pe lîngă aceasta s-ar putea arăta preocuparea în privinţa asigurării debitului maxim al apei de răcire în diferite situaţii, utilizarea cît mai raţională a circuitului regenerativ la turbine, stabilirea regimului chimic optim la cazane în vederea antrenării minime de săruri pe paletele turbinelor, deoarece depunerile strică randamentul intern al acestora, îmbunătăţirea regimului de ardere la cazane, înlăturarea pătrunderilor de aer fals în cazane etc. În rezolvarea multor probleme de genul celor arătate mai sus, trebuie să relevăm aportul preţios pe care l-au adus specialiştii sovietici şi organele de specialitate ale forurilor tutelare, în prima perioadă de funcţionare a centralei, şi în ultimul timp grupa de raţionalizări energetice a D.G.E.E.

În privinţa consumului propriu tehnologic, situaţia este analogă. În fig. 3, curba *b*, se vede, ca şi la consumul specific, o scădere treptată an de an a consumului intern. Ca şi la consumul specific, o parte a reducerii treptate a acestuia se poate pune pe seama creşterii instalate, dar, după cum rezultă din cele de mai jos, o pondere importantă a avut-o efortul propriu al personalului.

Ceea ce dă tonul la consumul propriu tehnologic sînt agregatele mari, în cazul nostru pompele de alimentare ale cazanelor care sînt acţionate prin motoare electrice asincrone în scurtcircuit, cu puterea nominală de 2 MW. Utilizarea acestor pompe sub debitul nominal de 270 t/h face ca valoarea procentuală a consumului propriu să crească. Pentru funcţionarea cu un consum propriu tehnologic redus contează

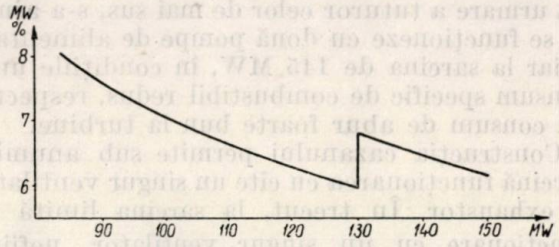


Fig. 4. Caracteristica de consum propriu cu toate grupurile în funcţiune.

în primul rînd modul în care sînt utilizate pompele de alimentare.

În această ordine de idei s-a determinat pentru diverse încărcări ale centralei ordinea pornirii electropompelor de alimentare, care, deşi au aceleaşi caracteristici, dau performanţe diferite după durata de funcţionare de la ultima reparaţie capitală.

Un rol important în realizarea unui consum propriu tehnologic redus îl are dispecerul sistemului.

În fig. 4 este reprezentată curba consumului propriu în procente în funcţie de sarcină. Se observă o creştere bruscă după sarcina de 130 MW, datorită pornirii celei de-a treia electropompe de alimentare, care este utilizată incomplet. Rezultă de aci că sarcina optimă din acest punct de vedere pentru centrală este 130 MW. Dispecerul trebuie să aleagă sarcina de 130 MW sau, în caz de necesităţi mai mari, să se încarce direct la sarcina maximă. Între aceste două soluţii este mai avantajoasă utilizarea unei turbopompe pentru preluarea vîrfului. Menţionăm tot ca o realizare a termocentralei, în sensul reducerii consumului propriu, funcţionarea cu electropompele de alimentare cu depăşirea debitului nominal de 270 t/h. În mod experimental s-a funcţionat cu un debit mărit cu peste 20% faţă de cel nominal. Acest lucru a devenit posibil prin reparaţii de bună calitate ale electropompelor, atenţia deosebită dată ventilului de recirculaţie ca să nu scape, precum şi prin funcţionarea în circuitul apei de alimentare pe o schemă de rezistenţă minimă. Este adevărat că creşterea debitului se face în dauna presiunii, care ajunge în jurul lui 135 în loc de 150 at, astfel că supraîncărcarea motoarelor nu este mare, iar funcţionarea la o presiune mai scăzută a apei de alimentare este posibilă printr-o supraveghere mai atentă de către personalul de exploatare a cazanelor.

Menţionăm relativ la siguranţa de funcţionare a centralei că a treia pompă de alimentare, în astfel de situaţii, se află pe blocaj gata de a intra automat în funcţiune la scăderea presiunii

sub o anumită limită. Siguranța de funcționare a electropompelor de alimentare s-a mărit prin adoptarea ungerii sub presiune a lagărelor motorului executată după indicațiile ing. Radu Gaspar, de la serviciul tehnic de exploatare. Ca urmare a tuturor celor de mai sus, s-a ajuns să se funcționeze cu două pompe de alimentare chiar la sarcina de 145 MW, în condițiile unui consum specific de combustibil redus, respectiv un consum de abur foarte bun la turbine.

Construcția cazanului permite sub anumită sarcină funcționarea cu cîte un singur ventilator și exhaustor. În trecut, la sarcina limită de funcționare cu un singur ventilator, nefiind studiate curbele de randament și consum de energie a acestor agregate, se considera mai economică această soluție care la prima vedere apare mai avantajoasă. Din măsurătorile executate în ultimul timp, s-a constatat un consum mai mic de energie la funcționarea cu două ventilatoare descărcate, în jurul sarcinii limită de funcționare cu un singur ventilator. Un merit deosebit la ridicarea caracteristicilor agregatelor în scopul determinării regimului optim de funcționare din punctul de vedere al consumului propriu tehnologic îl are ing. șef adj. Ioan Nicoleanu, care s-a preocupat în amănunt de această problemă.

În al treilea rînd, ca putere instalată în motoare, vin în considerație pompele de circulație. Există în total opt pompe care debitează pe o bară comună. Pentru a ști numărul optim de pompe necesare a fi în funcțiune la o anumită sarcină, s-a determinat vidul optim în diferite ipoteze de funcționare a centralei. În perioadele cu apă suficientă pe Tîrnavă, cînd aceasta este destul de curată în ceea ce privește suspensiile pentru a nu înfunda sitele la un debit mărit, s-a funcționat în circuit deschis cu un număr redus de pompe de circulație, realizînd aproximativ același debit la o rezistență a circuitului, respectiv presiune mai mică, ceea ce a contribuit de asemenea la reducerea consumului tehnologic.

Prin măsurile continue care s-au luat pentru o funcționare tot mai sigură și economică, centrala a făcut față sarcinilor din ce în ce mai mari privind indicii de consum care s-au redus treptat conducînd direct la reducerea continuă a prețului de cost. În întrecerea socialistă dintre întreprinderile Direcției Generale a Energiei Electrice, centrala „Steaua Roșie" a ocupat în trim. II al anului 1958 locul II și primul loc între marile centrale, primind în acest sens mențiune.

Sarcinile de plan ale consumurilor anului în curs sînt foarte mult reduse față de realizările anului 1959, așa cum rezultă din figura 5. Cu toate acestea, prin eforturile depuse, consumurile realizate pe trim. I sînt îndeplinite și chiar reduse față de plan, și colectivul termocentralei se străduiește să îndeplinească întru totul noile sarcini de plan pentru restul anului.

Măsurile realizate, care s-au arătat, nu epuizează toate rezervele privind reducerea consumului specific și propriu tehnologic. În acest sens, ca obiective de perspectivă, termocentrala își propune realizarea unei serii de măsuri care să îmbunătățească mersul sigur și economic.

Pentru înlăturarea CO_2 din apa de alimentare, care este antrenat din condensatul vaporizatoarelor, s-a aplicat recent o instalație de barbotaj la un degazor atmosferic, care este în curs de experimentare. Pentru o mai bună degazare a apei de alimentare, ne-am propus realizarea unei bare de paralel de abur între prizele turbinelor la alimentarea cu abur a degazoarelor. În rezolvarea acestei probleme menționăm din nou ajutorul prețios dat de grupa de raționalizări energetice a D.G.E.E.

În vederea îndepărtării acidității minerale din uleiurile de turbină și transformatoare, am construit după modelul I.R.E. Ploești o instalație de tratare a uleiurilor cu pămînturi absorbante, pe care o vom încerca de îndată ce le vom obține.

Pentru ridicarea pieselor grele la cotele superioare ale cazanelor, în prezent este în curs de construire un bob de tip ascensor, prevăzut cu tunel de protecție și instalație de semnalizare și protecție corespunzătoare.

Pentru viitor, ne propunem montarea unui pod rulant de 3 t în sala cazanelor, care va permite mecanizarea aproape completă a operațiilor de ridicare și transport în sala cazanelor. La secția electrică este programată amenajarea unui atelier de bobinaj corespunzător, cu instalații de impregnare și uscare proprii acestui gen de lucrări. În vederea golirii și umplerii rapide cu ulei a transformatoarelor și întreruptoarelor MKP din stația de 110 kV, ne propunem definitivarea instalației de conducte de la gospodăria de ulei în stația de 110 kV, cu posibilități de racord la fiecare din aceste instalații.

În ceea ce privește mersul economic al centralei ne propunem următoarele lucrări mai importante : pentru împiedicarea depunerilor în țevile condensatoarelor, pe lîngă grătarele cu curățire mecanică, ne propunem realizarea în acest an a unei instalații de clorinare a apei de răcire, care va funcționa în perioadele călduroase ale anului pentru distrugerea microorganismelor, ce formează pe țevile condensatorului un film izolant și aderent.

Deoarece în perioadele de secetă, cînd debitul Tîrnavei Mici scade sub 2 m^3/s, există pericolul concentrării sărurilor de Ca și Mg, în turnurile de răcire pînă la limita de depunere pe țevile condensatoarelor, o dată cu instalația de clorinare, urmează să se execute o instalație de fosfatare a apei de răcire, care va funcționa în perioadele amintite.

Prin aceste măsuri și prin extinderea în anii următori a spălării automate cu bile de cauciuc a țevilor condensatoarelor la toate mașinile,

există perspectiva funcționării continue cu condensatoare curate.

Rezerve de căldură care s-ar putea economisi există încă în purjele cazanelor și ale vaporizatoarelor. Pentru recuperarea căldurii, precum și a apei purjelor continue ale cazanelor, se va pune în funcțiune în cursul acestui an un expandor de purjă continuă. Aburul rezultat se va folosi la degazoarele apei de alimentare, iar apa se va introduce în circuitul apei de adaos, fiind cu totul corespunzătoare acestui scop.

Vaporizatoarele sînt construite pentru purje de 17% în condiția obținerii unui condensat corespunzător. Grupul V are un tip de vaporizator cu spălarea aburului printr-o sită prevăzută cu un strat de apă de o grosime determinată.

În acest fel se poate funcționa cu un conținut înzecit de săruri în purje, la aceeași calitate a condensatorului produs, dar cu pierderi mult mai mici la purje. Extinderea acestui sistem la toate vaporizatoarele reprezintă de asemenea un cîștig la consumul specific.

Punctele arătate mai sus sînt doar cele mai principale din obiectivele de perspectivă ale centralei în scopul unei exploatări din ce în ce mai sigure și economice. Propuneri pentru îmbunătățirea exploatării se nasc continuu în colectivul de muncitori, tehnicieni și ingineri și ies la iveală cu ocazia ședințelor lunare de producție. Cele mai simple se rezolvă operativ în cursul lunii următoare, iar cele care necesită un studiu mai amănunțit devin sarcini de rezolvat ale serviciului tehnic de exploatare.

În felul acesta vom reuși să producem mai multă energie electrică în condiții mai economice și să realizăm în măsură tot mai mare sarcinile care ne revin în construirea socialismului.

Aspecte din activitatea întreprinderii „Energo-reparații"

Ing. *ANTON GHITTA*

Prin naționalizarea principalelor mijloace de producție, în iunie 1948, au trecut în proprietatea statului întreprinderi energetice particulare, care trebuiau să satisfacă pînă la intrarea în funcțiune a marilor unități energetice socialiste necesitățile industriale și culturale de energie electrică în continuă creștere.

Or, majoritatea din aceste întreprinderi, datorită exploatării nerationale din trecut și a distrugerilor suferite în timpul războiului, se găseau în următoarea situație :

— instalațiile energetice erau degradate sau în stare extremă de uzură cu puterea disponibilă mult sub puterea nominală ;

— o mare varietate a instalațiilor ;

— lipsa pieselor de schimb și a unei industrii naționale cu experiență în confecționarea lor ;

— imposibilitatea procurării de instalații și piese de schimb din import etc.

Se impunea ca rezolvarea acestor multiple și complicate probleme să se facă exclusiv cu forțele noastre tehnice interne. Ele fiind urgente, au fost luate măsuri imediate de către fosta Centrală industrială a energiei electrice, apoi de Ministerul Energiei Electrice, pentru a procura piesele de schimb necesare din fabricile metalurgice cu tehnicitate mai ridicată din țară.

Cu toate că s-au obținut numeroase succese pe această cale, totuși după scurt timp a devenit clar că buna soluționare a problemei nu este posibilă decît prin crearea unei întreprinderi cu profilul specific și, într-o oarecare măsură, diferit de al întreprinderilor metalurgice existente în țară care să întrunească următoarele particularități principale :

1. Să-și întocmească cu forțe proprii documentația tehnică necesară uzinării pieselor de schimb. Necesitățile mașinilor energetice fiind piese mult solicitate, la care se cer materiale cu caracteristici ridicate, cu toleranțe de execuție strînse, de serii mici sau unicate și de tipuri excepțional de numeroase, rezultă un personal de proiectare relativ numeros, specializat pe anumite feluri de mașini sau piese (motoare Diesel, turbine, generatoare etc.), capabil a recalcula piesele în cazurile cînd nu se dispune de modele, sau modelele sînt în stare înaintată de uzură (respectiv avariate), așa încît nu pot fi copiate direct.

2. Să dispună de un utilaj foarte variat și de înaltă precizie.

3. Să dispună de personal executant de înaltă calificare pentru întreaga gamă de prelucrări mecanice ale pieselor, gata a aborda zilnic piese de forme neîntîlnite și procese tehnologice noi, specifice unui regim de fabricație cvasi-prototip, pentru care o pregătire medie, tipică personalului axat pe prelucrări în serie, nu este suficientă.

4. Să dispună de personal specializat în reparațiile capitale de înaltă tehnicitate ale tuturor tipurilor de utilaje energetice existente în țară (reparațiile mai ușoare fiind în general în sarcina întreprinderilor energetice).

5. Să dispună de laboratoare variate și bine utilate pentru controlul calitativ al materialului

și dimensional al pieselor, care în general sînt intensiv solicitate la mașinile energetice și în caz de avarii provoacă consecințe grave.

În urma necesităților mai sus arătate și potrivit profilului schițat, a luat ființă în anul 1952,

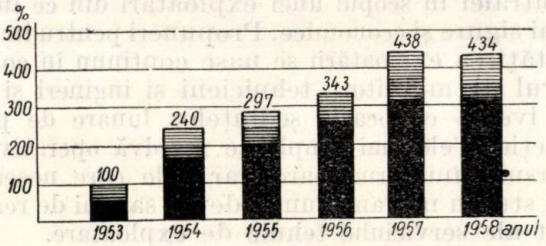


Fig. 1. Valoarea producției globale.

în cadrul fostului Minister al Energiei Electrice, întreprinderea „Energo-reparații".

S-au împlinit 7 ani de la înființarea întreprinderii. Pornind de la modestele ateliere din „Centrul Filaret", an după an volumul producției întreprinderii „Energo-reparații" a crescut, iar printre realizările mai de seamă se numără astăzi asimilarea și livrarea unui sortiment variat de piese de schimb și efectuarea unor reparații pentru care în trecut țara noastră a fost tributară altor țări din lagărul capitalist ca de exemplu :

— diferite tipuri de palete și piese de distanță în execuție laminată și frezată, pentru turbine cu abur pînă la parametrii 130 at și 510°C ;

— pistoane de echilibrare pentru turbine cu reacție ;

— ajutaje de admisie pentru turbine cu abur ;

— discuri rotorice pentru turbine cu acțiune ;

— ventile de reglaj, labirinți, lagăre radiale și axiale pentru turbine cu abur ;

— colectoare radiale și axiale de excitație pentru turbogeneratoare cu 3 000 inv/min ;

— cămăși, pistoane, chiulase și segmenți pentru cele mai mari motoare Diesel din țară ;

— arbori cotiți pînă la 12 t, pentru motoare Diesel, uzinați prin calare termică din mai multe bucăți ;

— duze de injecție pentru motoare Diesel cu injecție mecanică.

În cadrul reparațiilor capitale s-au executat operații de înaltă tehnicitate, dintre care citățm :

— reconstruiri și modificări de lagăre axiale la turbine cu abur ;

— îndreptări termice de axe la mașini energetice de înaltă turație ;

— echilibrări statice și dinamice executate la fața locului fără transportarea rotoarelor în uzini special utilate ;

— repaletări de turbine de orice tip și putere, instalate în R.P.R. ;

— rigidizări de discuri pe axe de turbine prin calare termică ;

— rebobinări de statoare și rotoare la turboalternatoare pînă la tensiunea de 10 kV și puteri pînă la 20 MW ;

— rebobinări și modificări constructive la transformatoare de putere pînă la 110 kV.

În domeniul executării unor utilaje complexe, citățm :

— autotelescoape pentru lucrări de întreținere la linii electrice pînă la 15 m înălțime ;

— uscători de aer pentru transformatoare electrice ;

— avertizori de chiciură pentru linii electrice aeriene ;

Tot în cadrul întreprinderii s-au elaborat studii și s-au confecționat utilajele necesare pentru rezolvarea unor probleme tehnice deosebite, ca de exemplu :

— normalizarea frecvenței turbogeneratoarelor de la 42 Hz la 50 Hz ;

— recalculări de turbine pentru parametri mai ridicați ;

— determinarea vibrațiilor proprii ale paletelor de turbine în mod analitic și experimental pentru înlăturarea cazurilor de rezonanță și a consecințelor grave ale acestui fenomen. Această din urmă problemă, nouă pe plan mondial, a trecut în întreprinderea noastră din faza de pregătire și experimentare în aceea a aplicațiilor practice ;

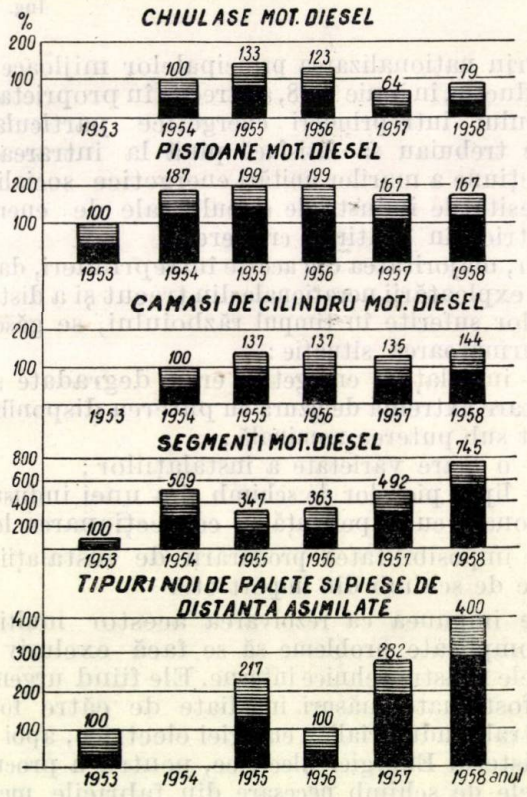


Fig. 2. Variația în procente a producerii principalelor tipuri de piese de schimb.

— încercări la oboseală a paletelor fabricate pe mașini special construite.

În cei șapte ani de activitate întreprinderea a înregistrat și realizări economice de

seamă. Pentru ilustrarea acestor realizări, citățm unele reduceri procentuale ale prețului de cost din domeniul celor mai importante piese — ca valoarea piesei și frecvența uzinării — executate de „Energo-reparații" :

Prețul de cost uzinal în %	1953 — 1954	1958
Palete pentru turbină cu abur	100%	circa 40%
Cămăși de cilindru pentru motor Diesel	100%	circa 50%
Pistoane-motor pentru motor Diesel	100%	circa 50%
Segmenți de piston	100%	circa 70%

O caracteristică a activității întreprinderii este crearea unui efectiv numeros de cadre specializate noi. Aceasta este o consecință a caracterului nou al întreprinderii, adică a faptului că în specificul său nu existau decît foarte puține cadre vechi.

Se menționează în mod accentuat specializarea unor cadre tinere tehnice și inginerești în problemele noi ce au fost ridicate în activitatea întreprinderii.

În mod concret, astăzi cadrele conducătoare ale întreprinderii — de la șefii de secție în sus — se compun în proporție de 30% din elemente tinere, angajate la întreprindere imediat după terminarea studiilor și formate în urma activității depuse la locul de muncă.

Nu putem să nu arătăm aci și rolul cadrelor specialiste cu experiență bogată, recrutate dintre elementele cele mai ridicate ale întreprinderilor energetice și metalurgice din țară, cadre ce au format nucleul întreprinderii la înființarea ei și care și-au transmis experiența cu dragoste generațiilor tinere.

Întreprinderea, cu toate realizările obținute, mai are un drum lung de parcurs pînă la atingerea obiectivului ce-i revine în mod firesc : confecționarea unor produse la nivel tehnic mondial prin studierea și asimilarea în cît mai mare măsură a metodelor oferite de tehnica nouă, ca : studierea fenomenelor de fluaj și relaxare ale materialelor utilizate la temperaturi ridicate, încercări de oboseală și de șoc la temperaturi ridicate, introducerea nitrurării pentru ridicarea durității pieselor la temperaturi ridicate, introducerea electrometalizării pieselor uzate etc.

Multe dintre produsele executate astăzi, cu tot progresul simțitor obținut în cei șapte ani de existență, încă nu au egalat performanțele produselor similare executate în țările înaintate ca nivel tehnic, atît din punct de vedere al preciziei de prelucrare, cît și mai ales din acel al materialelor utilizate.

Dacă prima problemă își așteaptă rezolvarea prin forțele interne ale întreprinderii, cea de-a doua, a materialelor care influențează în foarte mare măsură siguranța de exploatare, durabilitatea și economicitatea pieselor de mașini, nu poate fi soluționată decît cu colaborarea strînsă și permanentă a institutelor de cercetări și a întreprinderilor metalurgice de specialitate din țară, de la care așteptăm livrarea materiei prime corespunzătoare solicitărilor în funcționare a pieselor respective, în special a pieselor turnate și forjate cu caracteristici fizico-mecanice ridicate.

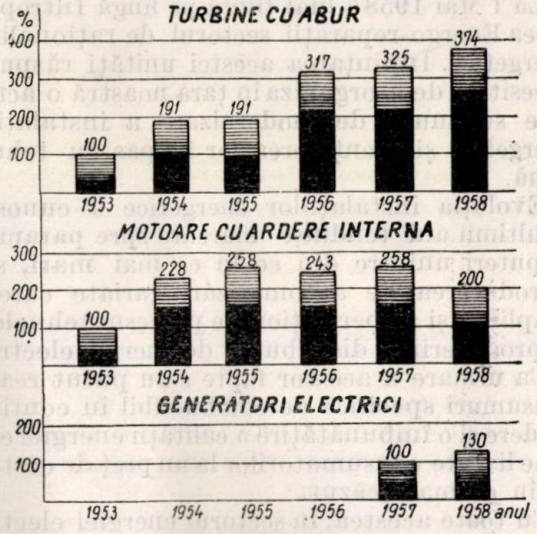


Fig. 3. Variația în procente a lucrărilor de reparații capitale executate în centralele de forță.

Realizările obținute pînă acum se datoresc grijii permanente a partidului și guvernului, care, înțelegînd importanța întreprinderii, i-au pus totdeauna la dispoziție mijloacele necesare înzestrării ei cu utilaj modern de prelucrare și control, voinței și simțului de datorie a salariaților săi, dintre care mulți s-au evidențiat excepțional în munca depusă în rezolvarea sarcinilor ce li s-au încredințat.

Astfel, între salariații întreprinderii sînt mai mulți posesori ai Ordinului Muncii și Medaliei Muncii, ca : tov. ing. Gavrilă Tuzson, Ion Coman și Andrei Vuchetici, pentru lucrări de reparații de înaltă tehnicitate, executate la grupurile turbogeneratoare de mare putere, și pentru activitatea depusă la punerea în funcțiune a unor turbogeneratoare instalate în termocentralele noi.

Întreprinderea se poate mîndri cu mulți utemiști fruntași în muncă, crescuți în cadrul său, care la locul lor de muncă se comportă cu demnitatea și maturitatea ce se obișnuia a se atribui numai vîrstei, ca tovarășii : Constantin Rotaru, Ion Chifelea, Dumitru Marusiac, Ion Drăgan și alții.

Întregul colectiv al întreprinderii, muncitori, ingineri și tehnicieni, atrași de obiective tehnice mărețe, însuflețitoare pentru orice muncitor și tehnician care-și iubește profesia și găsește satisfacție în munca de creație, călăuziți de sentimentele patriotice și simțul lor de datorie, vor ști să realizeze pe deplin sarcinile ce le revin : satisfacerea completă a nevoilor multiple ale instalațiilor energetice cu piese și lucrări executate la nivelul tehnicii mondiale.

Despre activitatea sectorului de raţionalizări energetice de pe lîngă Întreprinderea Energo-reparaţii

Ing. *SERGIU SĂNDULESCU*

La 1 Mai 1958 a luat fiinţă pe lîngă Întreprinderea Energo-reparaţii sectorul de raţionalizări energetice. Înfiinţarea acestei unităţi răspunde necesităţii de a organiza în ţara noastră o activitate susţinută de modernizare a instalaţiilor energetice şi menţinerea lor în pas cu tehnica nouă.

Evoluţia instalaţiilor energetice a cunoscut în ultimii ani tendinţe marcate spre parametri şi puteri unitare din ce în ce mai mari, spre introducerea de automatizări variate care să simplifice şi să perfecţioneze procesul tehnologic al producerii şi distribuţiei de energie electrică.

Ca urmare a acestor fapte s-au putut realiza consumuri specifice de combustibil în continuă scădere şi o îmbunătăţire a calităţii energiei electrice livrate consumatorilor la un preţ de cost din ce în ce mai scăzut.

Cu toate acestea, în sectorul energiei electrice există încă o serie de instalaţii mai vechi, realizate la un nivel tehnic ce nu mai corespunde celor mai recente cuceriri ale ştiinţei şi tehnicii mondiale.

Chiar şi centralele noi trebuie ţinute la curent cu aceste cuceriri.

De aceea, Direcţia Generală a Energiei Electrice din Ministerul Industriei Grele a înfiinţat încă în anul trecut sectorul de raţionalizări energetice din Bucureşti.

Sectorul a fost dotat cu ateliere şi laboratoare moderne, precum şi cu muncitori, maiştri şi ingineri bine pregătiţi.

Sectorul are 6 ateliere şi laboratoare :

— Atelierul de raţionalizări a instalaţiilor termotehnice şi laboratorul de aparataj termotehnic.

— Laboratorul de reglaj de instrumente de măsură şi de confecţii de instalaţii de telemăsură.

— Laboratorul de telemecanizări, automatizări şi de protecţie prin relee.

— Laboratorul pentru instalaţii de telefonie şi telemăsură prin curenţi purtători şi de electronică industrială.

— Laboratorul de încercări preventive şi de puneri în funcţiune a principalelor utilaje noi din exploatări.

— Secţia de mecanică fină, tinichigerie, vopsitorie.

În perioada de peste un an de existenţă în cadrul atelierelor şi laboratoarelor sectorului s-au executat un număr de 31 lucrări de raţionalizări în instalaţii termice ale centralelor electrice în scopul de a ridica nivelul de exploatare şi de a obţine consumuri specifice cît mai reduse.

Dintre principalele lucrări de raţionalizări a instalaţiilor termotehnice, citãm :

— Introducerea preîncălzirii regenerative la centralele : Uzina I Oraşul Stalin, Cîmpina, Aghireş şi Tîrnăveni, care aduce o reducere a consumului specific al acestor centrale cu 3 — 4 %.

— Aducerea la performanţele maxime a schemelor termice ale centralelor Paroşeni şi „Steaua Roşie" — Fîntînele prin constatarea abaterilor de exploatare faţă de parametrii proiectului şi ajutorarea exploatării în vederea remedierii deficienţelor, precum şi introducerea de elemente noi în schema termică care asigură reducerea continuă a consumului specific cu circa 1 % la ambele centrale.

— Îmbunătăţirea arderii combustibilului gazos la termocentrala „Steaua Roşie" — Fîntînele, prin perfecţionarea tipurilor de arzătoare existente, ceea ce va duce la o mărire a randamentului cazanelor.

— Experimentări asupra îmbunătăţirii arderii cărbunelui cu procent mic de volatile la termocentrala Ovidiu, care va face posibilă arderea cu randament sporit a cărbunelui şi reducerea folosirii păcurii.

— S-au efectuat probe de randament la turbina nr. 1 şi cazanul nr. 1 de la Paroşeni determinîndu-se performanţele agregatelor şi stabilindu-se abaterile faţă de valorile nominale.

— S-au efectuat probe termochimice la cazanul nr. 2 Borzeşti şi cazanul nr. 2 Ovidiu, determinîndu-se prin încercări indicii chimici limită şi stabilindu-se regimurile optime de funcţionare.

De asemenea, în scopul modernizării şi introducerii tehnicii noi în exploatări s-au executat în acelaşi interval un număr de 38 tipuri de aparate sau instalaţii care au ridicat nivelul de exploatare înzestrînd unităţile energetice cu aparataj modern. Aceste aparate sau instalaţii pînă acum nu s-au fabricat niciodată în ţară şi confecţionarea lor cu posibilităţile interne a dus pe de o parte la o economie de fonduri destinate importului, pe de altă parte în munca pentru execuţia acestora s-au format cadre tinere specializate, deosebit de valoroase pentru introducerea tehnicii noi în sectorul energetic al ţării noastre.

Pe linia utilării exploatărilor cu mijloace moderne de exploatare în scopul creşterii siguranţei de exploatare şi al scăderii preţului de cost al energiei electrice, prin menţinerea parametrilor optimi, reducerea energiei nelivrate sau limitarea posibilităţilor de deteriorare a utila-

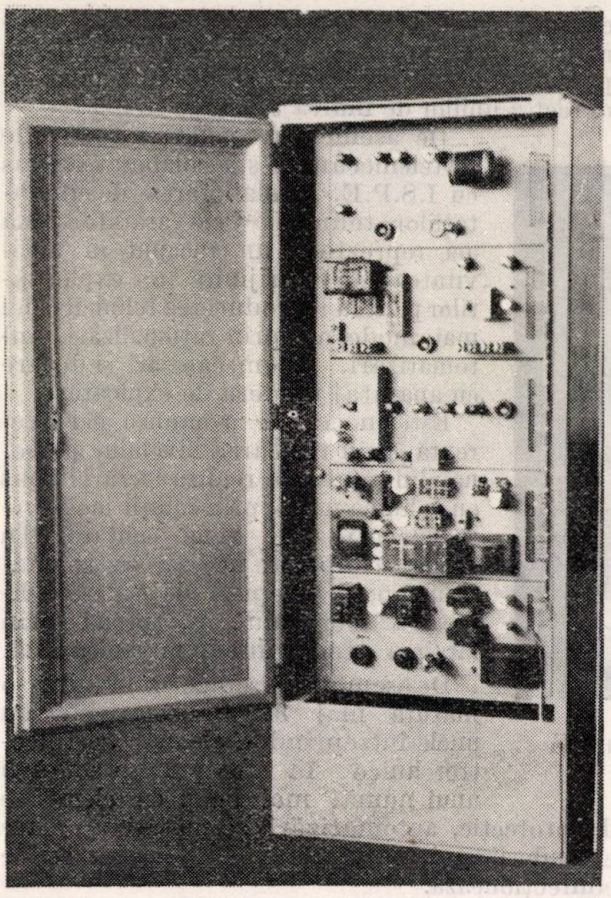


Fig. 1. Dulap (echipament) de telefonie de înaltă frecvență cu două benzi laterale pentru acord la liniile de înaltă tensiune.

jelor, s-au realizat o serie de instalații dintre care citãm pe cele mai importante :

— S-au realizat echipamente de telemecanică pentru telecomandarea stațiilor conținînd pînă la 30 de elemente de comandat folosind fire multe sau fire puține. În prezent, cu aceste instalații se echipează 4 stații importante ale sistemului energetic (2 stații de 110 kV) însușindu-se schemele optime folosite în acest scop în tehnica modernă și care se pot aplica în condițiile țării noastre.

— S-au realizat 40 echipamente de telemăsură (teleampermetre, televoltmetre, telewatmetre) care asigură controlarea principalilor parametri ai rețelei electrice în punctele importante ale sistemelor energetice.

— Pentru automatizatea stațiilor și liniilor electrice s-au realizat : instalații pentru reanclanșarea automată rapidă a liniilor electrice (RAR), instalații pentru descărcarea automată a sarcinii electrice la scăderea accidentală a frecvenței (DAS) și instalații pentru reanclanșarea automată a sarcinii la revenirea frecvenței (RAS); instalații pentru controlul sincronismului; avertizor pentru semnalizarea depunerilor de chiciură pe liniile de înaltă tensiune etc.

Pentru introducerea în exploatări a mijloacelor de telecomunicații moderne s-au executat 16 echipamente de curenți purtători de înaltă frecvență (cu 2 benzi laterale) folosind liniile de înaltă tensiune, cu care se înzestrează în prezent toate liniile electrice noi ce se construiesc în țară. În prezent se realizează trecerea la confecționarea echipamentelor cu una bandă laterală.

De asemenea, s-au confecționat 6 echipamente de curenți purtători de înaltă frecvență cu 1—3 canale pentru telecomandă și telemăsură folosind liniile de înaltă tensiune. Cu asemenea echipamente se telecomandă în prezent din Sibiu Hidrocentrala Sadu V (31 km).

În cea mai mare parte din aceste instalații de telemecanizări, automatizări și telecomunicații, sectorul a realizat pe lîngă confecționarea instalațiilor, montarea acestora în exploatare, reviziile și eventualele modificări ce au fost necesare.

În felul acesta s-a acumulat o experiență importantă prin urmărirea comportării instalațiilor în exploatare, ceea ce va permite îmbunătățirea viitoarelor confecții.

Pentru a ușura munca de revizii și de întreținere a instalațiilor în exploatare și pentru a evita importul, s-au confecționat un număr de aparate pentru dotarea laboratoarelor din exploatări, ca spre exemplu : trusă pentru verificat funcționarea releelor de distanță (tip D. 200), aparat pentru măsurat unghiul dintre 2 vectori de curent sau de tensiune (decalometru); trusă pentru realizat un decalaj de unghi între un curent sau o tensiune și un curent (decalor); aparat electronic pentru aprecierea stării de izolație a transformatorilor prin măsura capacității C_2/C_{50}; aparat universal conținînd generator de înaltă frecvență, generator de joasă frecvență și undametru ; aparat electronic pentru măsurarea la revizia sau punerea în funcțiune a turbinelor a frecvenței proprii de vibrații a paletelor ; aparat sondă înzestrat cu termocuple pentru măsurat temperatura solului în vederea pozării în pămînt a cablelor de înaltă tensiune etc.

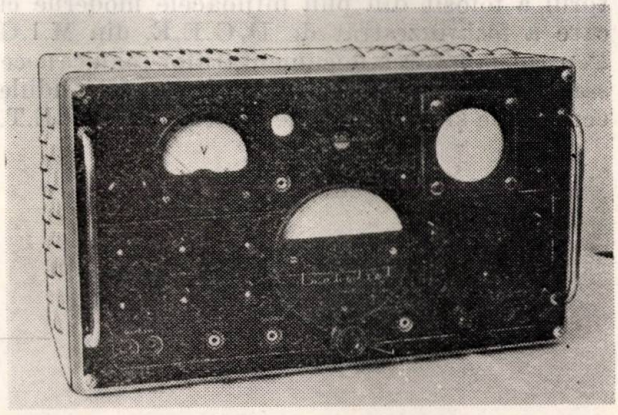


Fig. 2. Aparat pentru determinarea frecvenței de rezonanță a paletelor de turbină cu abur.

— S-au realizat 3 mese de calcul (modele de rețea) funcționînd în curent continuu pentru analizarea sistemelor energetice și determinarea curenților de scurtcircuit. În prezent se trece la

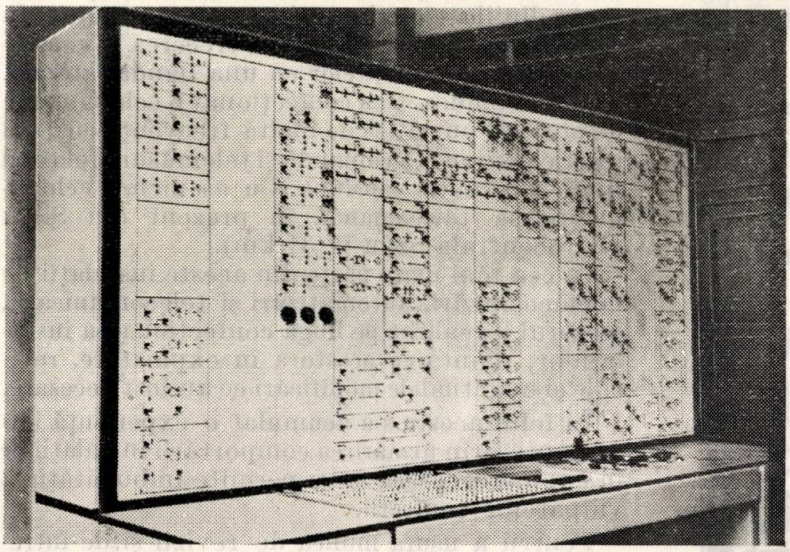


Fig. 3. Masă de calcul în curent continuu pentru sistem energetic cu măsură la alegere.

studierea și confecționarea unei mese de calcul în curent alternativ (model static) pentru studierea în ansamblu a tuturor condițiilor de funcționare a sistemului energetic.

De asemenea, s-a realizat o masă pentru modelarea supratensiunilor de natură atmosferică din liniile și stațiile electrice de înaltă tensiune în vederea alegerii protecției optime contra supratensiunilor atmosferice.

— S-a realizat un aparat electronic tip „Radar" pentru depistat defectele pe liniile de înaltă tensiune și distanța pînă la locul defectului, care va ușura mult munca echipelor de exploatare a liniilor de înaltă tensiune pentru găsirea defectului, scurtînd substanțial timpul de întrerupere a consumatorilor.

Pentru realizarea celor arătate mai sus, sectorul a folosit din plin mijloacele moderne cu care a fost înzestrat de D.G.E.E. din M.I.G. Pentru elaborarea documentațiilor tehnice necesare s-au folosit pentru o serie de lucrări studiile, cercetările și prototipurile efectuate de I.C.E.T., ca spre exemplu : avertizorul de chiciură, aparatul C_2/C_{50}, aparatele de telemăsură, aparat pentru depistat defectele și distanța pînă la defect a liniilor de înaltă tensiune etc.

De asemenea, pentru instalațiile de telemecanică s-a colaborat intens cu I.S.P.E. la elaborarea documentațiilor tehnice. Cele arătate pînă aci reprezintă un început în activitatea de sprijinire a exploatărilor pentru introducerea tehnicii celei mai moderne prin raționalizări, automatizări, telemecanizări și dotare cu aparataj modern de exploatare.

Este necesară o muncă perseverentă prin ridicarea nivelului personalului pentru a realiza lucrări în pas cu tehnica nouă, prin soluții moderne și execuție de bună calitate. În același timp este necesar să se continue opera începută de utilare tehnică a sectorului, în special prin lărgirea atelierului de mecanică fină.

De asemenea trebuie extinsă într-o măsură mai largă cooperarea cu unele întreprinderi ale industriei electrotehnice în scopul procurării unui număr mai mare de elemente de protecție, automatizări și măsuri necesare extinderii și îmbunătățirii instalațiilor ce se confecționează.

În viitor, va trebui ca sectorul de raționalizări energetice să se integreze treptat în rolul pe care trebuie să îl aibă în dezvoltarea instalațiilor energetice, și anume acela de echipă de șoc în acțiunea de introducere a metodelor, schemelor și aparaturii moderne în centralele și rețelele electrice.

Realizările obținute pînă aci se datoresc mai întîi grijii permanente a partidului și guvernului, care au inițiat înființarea și utilarea unor unități cum este și sectorul nostru pentru ridicarea la o treaptă mai înaltă a nivelului producției de energie electrică, iar pe de altă parte, felului în care salariații noștri, sub îndrumarea organizației de partid, au înțeles sarcinile importante și de cinste care stau în fața lor și s-au încadrat cu tot elanul lor tinerese (vîrsta medie fiind 31 ani) cu voința lor și simțul datoriei la această acțiune măreață.

СОДЕРЖАНИЕ

„1944.08.23"

* * *: 23 Августа 1959 г.

Energetica, VII (1959), No. 8, стр. 321

621.311.1 (498)

Gheorghiu N.: 15 лет достижений по пути электрификации нашей страны.

Energetica, VII (1959), No. 8, стр. 323

621.311.1.001.1 (498)

Armencoiu N.: Вклад Энергетического исследовательско-проектировочного института в электрификацию нашей страны.

Energetica, VII (1959), No. 8, стр. 330

621.311.1.002 (498)

Vlad A. и *Alexandrescu V.:* Вклад энергетического строительно-монтажного сектора в электрификацию нашей родины.

Energetica, VII (1959), No. 8, стр. 346

621.311.22

Munteanu I.: Тепловая электростанция „Стяуа Рошие" — важное достижение в плане электрификации страны.

Energetica, VII (1959), No. 8, стр. 356

621.311.1.004.67

Ghitta A.: Из деятельности предприятия „Энерго-репарации".

Energetica, VII (1959), No. 8, стр. 363

621.311.1.001.4/5

Săndulescu S.: Из деятельности отдела энергетической рационализации на предприятии „Энерго-репарации".

Energetica, VII (1959), No. 8, стр. 366

INHALTSVERZEICHNIS

„1944.08.23"

* * *: Zum 23. August 1959

Energetica, VII (1959), H. 8, S. 321

621.311.1(498)

Gheorghiu N.: Erfolge 15-jährigen Schaffens für den Ausbau der rumänischen Elektrizitätswirtschaft.

Energetica, VII (1959), H. 8, S. 323

621.311.1.001.1(498)

Armencoiu N.: Der Beitrag des Instituts für Projektierung Energetischer Anlagen für die Entwicklung der rumänischen elektrizitätswirtschaft.

Energetica, VII (1959), H. 8, S. 330

621.311.1.002 (498)

Vlad A. und *Alexandrescu V.*: Der Anteil der Bau- und Montageunternehmen für Kraftwerke und sonstige Energieanlagen in der Entwicklung der rumänischen Elektrizitätswirtschaft.

Energetica, VII (1959), n. 8, S. 346

621.311.22.

Munteanu I.: Das Wärmekraftwerk „Steaua Roşie" als bedeutende Leistung im Rahmen der Elektrifizierung unseres Landes.

Energetica, VII (1959), H. 8, S. 356

621.311.1.004.67

Ghitta A.: Aus der Tätigkeit des Reparaturwerks für Kraftwerksmaschinen.

Energetica, VII (1959), H 8, S. 363

621. 311. 001.4/5

Săndulescu S.: Über die Tätigkeit der Abteilung für energiewirtschaftliche Rationalisierungen.

Energetica, VII (1959), H. 8, S. 366

SOMMAIRE

„1944.08.23"

* * *: **Le 23 Août 1959**

Energetica, VII (1959), No. 8, p. 321

621.311.1(498)

Gheorghiu N.: **Quinze ans de réalisations sur la voie de l'électrification de notre pays.**

Energetica, VII (1959), No. 8, p. 323

621.311.1.001.1.(498)

Armencoiu N.: **Contribution de l'Institut d'Etudes et de Projets Energétiques à la réalisation de l'électrification de notre pays.**

Energetica, VII (1959), No. 8, p. 330

621.311.1.002(498)

Vlad A. et *Alexandrescu V.*: **Contribution du secteur des constructions et montages énergétiques à l'électrification de notre pays.**

Energetica, VII (1959), No. 8, p. 346

621.311.22

Munteanu I.: **La Centrale Thermo-Electrique „Steaua Roşie", une réalisation importante de notre plan d'électrification.**

Energetica, VII (1959), No. 8, p. 356

621.311.1.004.67

Ghitta A.: **Aspects de l'activité à l'entreprise „Energo-Reparaţii".**

Energetica, VII (1959), No. 8, p. 363

621.311.1.001.4/6

Săndulescu S.: **De l'activité du secteur de rationalisation énergétique de l'entreprise „Energo-Reparaţii".**

Energetica, VII (1959), No. 8, p. 366

CONTENTS

„1944.08.23"

* * *: **August 23, 1959**

Energetica, VII (1959), Nr. 8, p. 321

621.311.1(498)

Gheorghiu N.: **Fifteen years of achievements in our country's electrification schedule.**

Energetica, VII (1959), Nr. 8, p. 323

621.311.1.001.1(498)

Armencoiu N.: **Contribution of the Institute of Energetical Research and Design to the electrification of our country.**

Energetica, VII (1959), Nr. 8, p. 330

621.311.1.001(498)

Vlad A. and *Alexandrescu V.*: **Contribution of the building — and energetic mounting section to our country's electrification.**

Energetica, VII (1959), Nr. 8, p. 346

621.311.22

Munteanu I.: **An important achievement with inour electrification system: the „Steaua Roşie" thermoelectric power station.**

Energetica, VII (1959), Nr. 8, p. 356

621.311.1.004.67

Ghitta A.: **Aspects from the activities of the „Energo-Reparaţii" entreprise.**

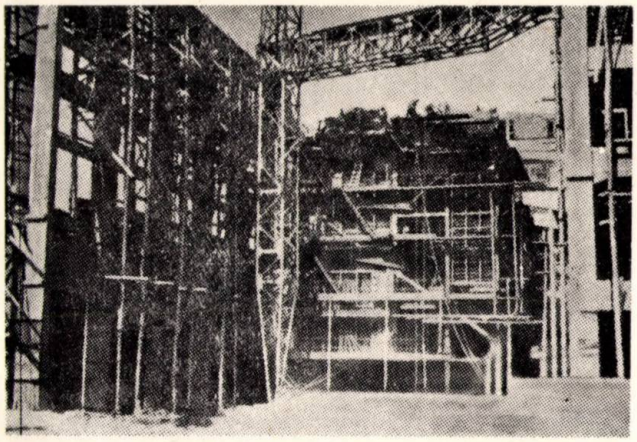
Energetica, VII (1959), Nr. 8, p. 363

621.311.1.001.4/5

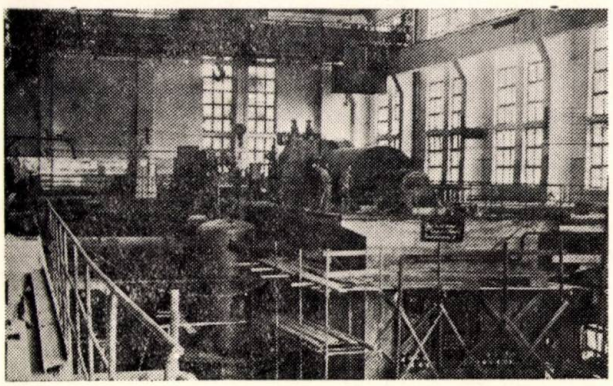
Săndulescu S.: **On the activities of the section of energetic rationalization of the „Energo-Reparaţii" entreprise.**

Energetica, VII (1959), Nr. 8, p. 366

Contribuţia sectorului de construcţii şi montaje energetice la electrificarea patriei noastre



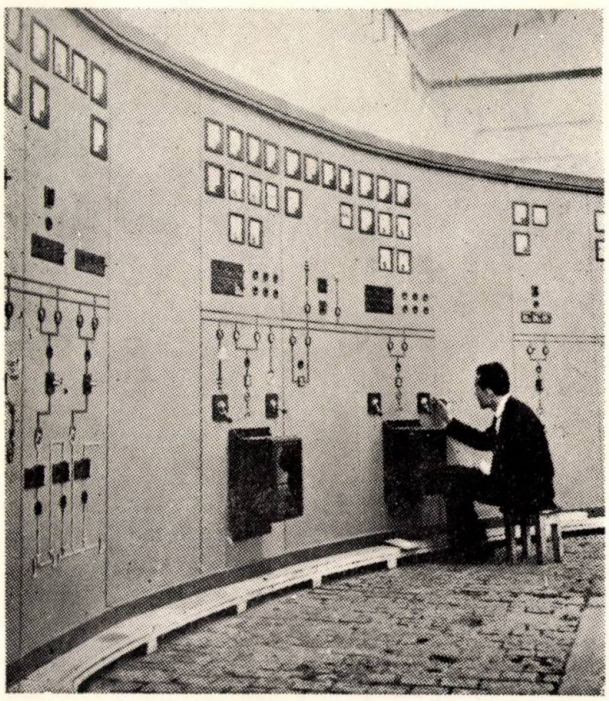
← Montajul cu mijloace mecanizate a unui cazan de 230 t/h.



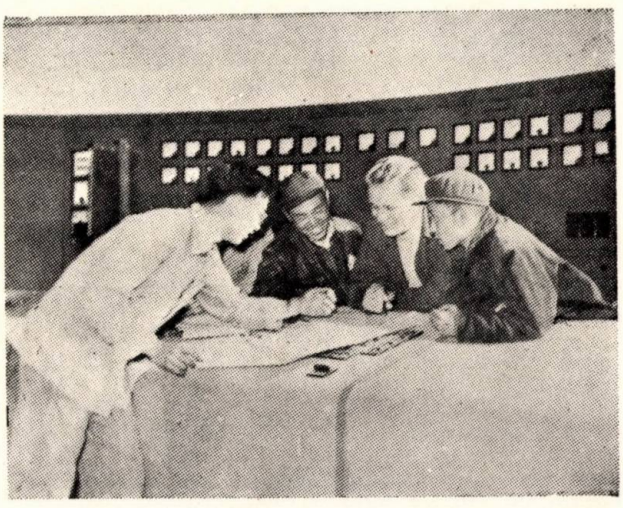
Montajul turbogeneratorului nr. 1 la C.T.E. Sîngeorgiu.

Ridicarea unui stîlp metalic prin tragerea directă cu tractorul.

↓



Panouri pentru cameră de comandă.



Aspecte de la montajul centralei Iu-Men — Republica Populară Chineză.

Termocentrala „Gh. Gheorghiu-Dej" Doiceşti

E 2034

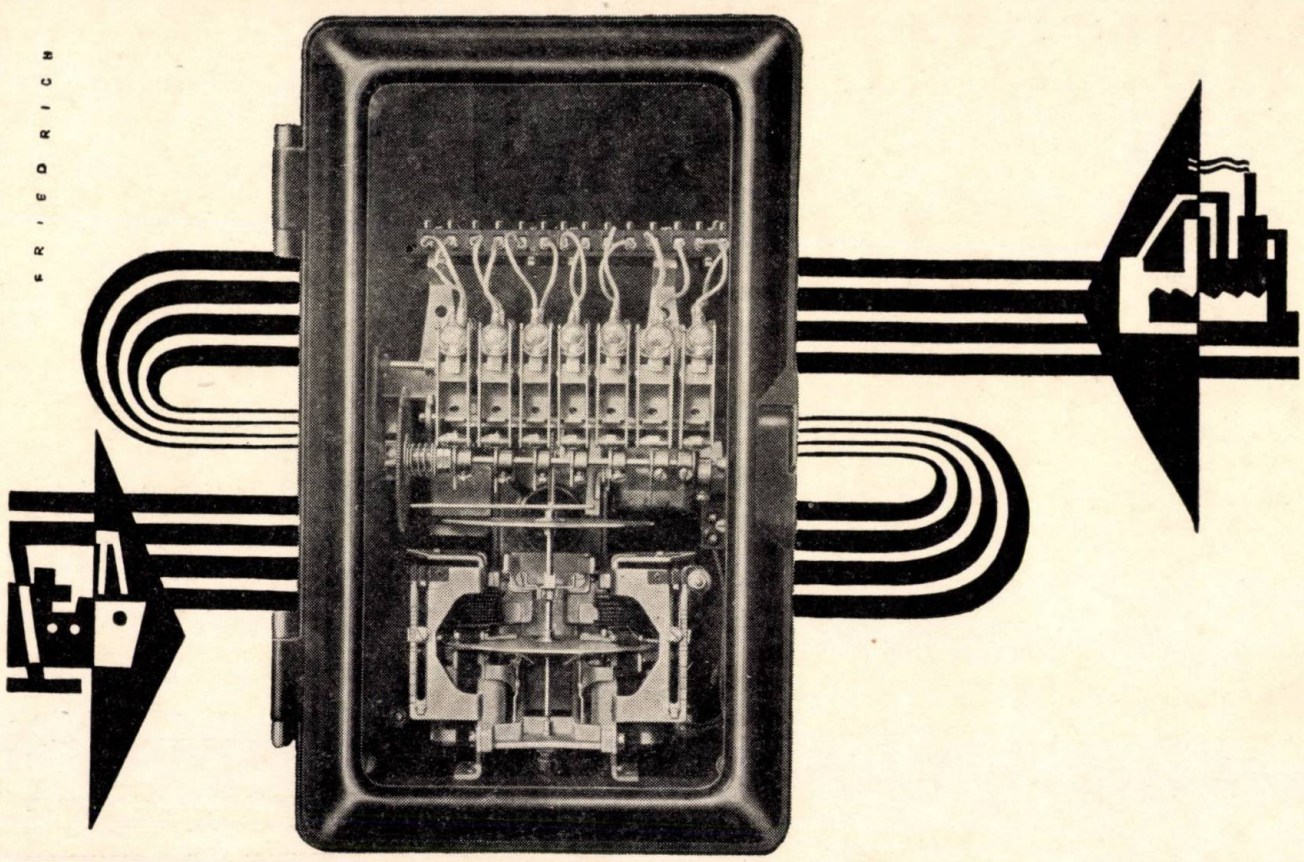
REFERALVA

ENERGETICA

R

9

Energetica — Bucureşti Anul VII ★ septembrie 1959



pentru înlăturarea automată de pierderi de energie prin compensarea puterii reactive neeconomice

LIMITATOARE DE PUTERE REACTIVA

Limitatorul de putere reactivă comandă în mod cu totul automatizat prin tuburi de comutaţie cu mercur circuitele de excitaţie ale contactoarelor pentru comutarea condensatoarelor, în funcţie de sarcina reactivă.

Aparatele poartă marcajul de verificare al Oficiului Metrologic German (DAMG) „Clasă specială".

Sînt livrabile două execuţii:

I — **limitatoare pentru comutarea a 3—7 grupe de condensatoare de aceeaşi mărime**

II — **limitatoare cu relee adiţionale pentru comutarea a 3 grupe de condensatoare în progresie geometrică în raportul 1:2:4**

Pentru documentare precisă se vor cere prospecte amănunţite:

VEB ELEKTRO-APPARATE-WERKE

BERLIN – TREPTOW, HOFFMANNSTRASSE 15–26

EAW

Reprezentanţa:

AMBASADA REPUBLICII DEMOCRATE GERMANE IN R.P.R., SECŢIA COMERCIALĂ, BUCUREŞTI

E 2039

ENERGETICA

ul VII Nr. 9 SEPTEMBRIE 1959

SUMAR

* : **Pentru ridicarea nivelului de trai al celor ce muncesc** 69

* : **Consfătuirea „Gospodărirea căldurii în industrie”,** 71

cu B. : **Aspecte din dezvoltarea energeticii industriale în R. după 23 August 1944**

getica, **VII** (1959), nr. 9, p. 377

efelberg A. : **Colaborarea Republicii Populare Romîne cu socialiste frăteşti în domeniul energiei electrice şi ei în dezvoltarea electroenergeticii ţării noastre**, p. 380

inescu T. : **Activitatea energetică în sprijinul dezvoltării triei extractive a ţiţeiului**, p. 383

1.311.25

er M. : **Posibilităţi şi perspective de utilizare energetică liaţiei solare**

expun caracteristicile şi principiile generale ale utilizării ţiei radiaţiei solare. Sînt analizate perspectivele de viitor cestei forme de energie.

baza unor date concrete se arată utilitatea şi oportuni- iniţierii unor cercetări în această direcţie

getica, **VII** (1959), nr. 9, p. 385

1.187.12/15

savlievici L. : **Tendinţe actuale în tratarea apei pentru iele de presiune foarte înaltă**

ndinţa generală în tratarea apei pentru cazane de pre- foarte înaltă este demineralizarea prin mase ionice. Se ealiza numeroase scheme, adaptabile tuturor necesită- apa obţinută fiind calitativ mult superioară distilatului. asemenea, se impune din ce în ce demineralizarea con- ıtului şi degazarea intensă a apei de alimentare ; tehnica rnă permite realizarea acestor operaţiuni.

ticolul prezintă sintetic situaţia actuală în acest domeniu.

getica, **VII** (1959), nr. 9, p. 390

.316.262.001/2

ı P. : **O nouă soluţie în dispoziţia echipamentului elec- l staţiilor exterioare de conexiune şi transformare de tip înalt**

baza unei noi soluţii de montare a separatoarelor în le exterioare de tip semi-înalt, se descriu în comparaţie luţiile clasice, noi dispoziţii propuse ale echipamentului ic în celule, menţionîndu-se totodată economiile ce se ează în aceste cazuri

getica, **VII** (1959), nr. 9, p. 394

INTREPRINDERI ● CRONICĂ ● RECENZII ● DOCUMENTARE

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. ing. **I. D. STĂNCESCU**, redactor responsabil, conf. ing **MIHĂILEANU**, redactor responsabil adjunct, conf. ing. **I. A. DEA**, prof. ing. **M. BERCOVICI**, membru corespondent al demiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, ing. **M. COGĂ CEANU**, conf. ing. **E. CONSTANTINESCU**, ing. **P. DIMO**, lau al Premiului de Stat, prof. ing. **C. DINCULESCU**, membru co pondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. HERESCU**, conf. ing **MOLDOVEANU**, prof. ing. **C. PENESCU**, ing. **T. POPA**, ing **SĂNDULESCU** și ing. **P. VICOL**

Revista **„ENERGETICA"**, organ al Asociației Științifice ginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Ind Grele. Redacția : București, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudo dimirescu, Telefon 16.78.78 — Administrația și Casieria : Buc Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon 14.06. Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se prim administrația revistei, la sediul filialelor și subfilialelor A din întreaga țară și prin responsabilii cu presa din ce A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru bib și cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Publi Tehnice A.S.I.T. 070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin — Buc — Tarif pentru întreprinderi : lei 100 anual. — Tarif pentru citori, tehnicieni și ingineri : lei 30 anual — Prețul unui plar : lei 5— Tiparul : Întreprinderea Poligrafică Nr. 2, Buc

ENERGETICA

ANUL VII
1959
Nr. 9
SEPTEMBRIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Pentru ridicarea nivelului de trai al celor ce muncesc

Oamenii muncii din patria noastră au primit cu toată însufleţirea hotărîrea Plenarei din 13—14 iulie a C.C. al P.M.R. privind dezvoltarea economiei naţionale şi ridicarea nivelului de trai al celor ce muncesc. Realizările ilustrate în raportul Prezentat de tov. Gh. Gheorghiu-Dej confirmă încă odată justeţea politicii Partidului nostru pentru industrializarea ţării şi transformarea socialistă a agriculturii şi însufleţeşte la muncă şi mai avîntată întregul nostru popor muncitor, pentru consolidarea succeselor obţinute şi cîştigarea de noi poziţii pe calea construirii socialismului.

Astfel, în anul acesta, producţia globală industrială va creşte cu 45% faţă de anul 1955 ; producţia industrială pe un singur trimestru al anului 1959 este mai mare decît aceea produsă în întreg anul 1958. Cele mai mari succese au fost obţinute în ramurile importante ale industriei ca : siderurgie. chimie energetică, petrol şi gaze etc.

De asemeni şi la sate au fost obţinute succese mari în transformarea socialistă a agriculturii şi în creşterea producţie principalelor culturi agricole. În prezent 68,5% din sectorul agricol al ţării este colectivizat.

În ultimii ani trei sferturi din creşterea producţiei se face pe seama creşterii productivităţii muncii, care numai în industrie a crescut cu 31% faţă de anul 1955.

Preţul de cost a fost redus, prin eforturile susţinute ale muncitorilor, tehnicienilor şi inginerilor, cu 12% faţă de anul 1956, realizîndu-se astfel economii de 9.4 milioane lei.

În urma Plenarei C.C. al P.M.R. din noiembrie 1958 avîntul în muncă a crescut, după cum ne-o dovedesc realizările din primul semestru al acestui an : planul producţiei globale industriale a fost îndeplinit şi depăşit, obţinîndu-se o producţie suplimentară de 350 milioane lei.

Chemarea celor opt întreprinderi din capitală la întrecerea socialistă, pentru realizarea de cît mai multe produse şi economii peste plan va permite realizarea în cursul acestui an, de colectivele a circa 1 200 întreprinderi, a unei economii peste plan de aproape un miliard lei.

Prin măsurile anterioare şi recenta Hotărîre, Partidul Muncitoresc Romîn traduce în viaţă directivele Congresului al II-lea cu privire la creşterea continuă a nivelului de trai al oamenilor muncii de la oraşe şi sate. Astfel veniturile băneşti ale salariaţilor au sporit în anul 1958 cu circa 8,4 miliarde lei faţă de anul 1955 şi desfiinţarea cotelor în agricultură a dus la creşterea veniturilor ţăranilor muncitori, iar în urma aplicării hotărîrilor Plenarei din 13—14 iulie a.c. s-au mărit salariile muncitorilor, maiştrilor, tehnicienilor, inginerilor, militarilor şi personalului administrativ, s-au redus impozitele pe salarii, s-a îmbunătăţit actualul sistem de pensii şi s-au redus preţurile la peste 2.600 sortimente de produse industriale şi alimentare, ceea ce va duce la creşterea veniturilor salariaţilor şi pensionarilor cu 4,7 miliarde lei pe an.

*

Inginerii şi tehnicienii, alături de toţi oamenii muncii din patria noastră, au primit cu multă bucurie şi însufleţire Hotărîrile recentei Plenare şi ei văd prin aceasta exprimată încă odată toată grija Partidului pentru îmbunătăţirea continuă a nivelului lor de trai.

Întemeindu-şi activitatea pe linia trasată de Partid şi Guvern, Asociaţia noastră contribuie activ la îndeplinirea acestor hotărîri, prin dezbaterea problemelor privind introducerea tehnicii noi şi reducerea preţului de cost prin acţiunea de ridicare a calificării muncitorilor, tehnicienilor şi maiştrilor etc. Astfel, în cadrul consfătuirii privind utilizarea maselor plastice în industrie şi construcţii s-au arătat posibilităţile de lărgire a domeniului de aplicare a maselor plastice în construcţia de maşini, în industria bunurilor de consum şi în construcţii, obţinîndu-se prin aceasta numai la folosirea foilor de polietilenă la construcţia serelor economii anuale de 35 milioane lei.

Secţia de Energetică şi Electricitate, urmărind să stabilească o serie de măsuri practice care să ducă la reducerea consumurilor de combustibil în industrie, a organizat în colaborare cu Academia R.P.R. şi Oficiul de Stat pentru Energie din cadrul Direcţiei Generale pentru Energie, Metrologie, Standarde şi Invenţii o amplă consfătuire cu participanţi din toate ramurile industriale. Consfătuirea a ajuns la concluzia că numai în 250 întreprinderi mari se poate economisi anual căldură echivalentă unei cantităţi de 400 000 t combustibil convenţional şi a propus printre altele extinderea de procedee tehnologice care economisesc căldura, reproiectarea unor cazane şi agregate, recuperarea pierderilor de căldură etc.

Cercurile ASIT se dovedesc din zi în zi colective tot mai active în lupta pentru progresul tehnic, pentru obţinerea celor mai bune rezultate în producţie. Membrii cercurilor ASIT sînt convinşi că este de datoria lor să-i ajute pe muncitori în folosirea metodelor şi tehnologiilor avansate, în organizarea mai bună a procesului de lucru, în folosirea cu simţ gospodăresc a materiilor prime şi utilajelor, combustibilului şi energiei, în ridicarea calificării profesionale.

Tot mai multe cercuri ASIT lucrează împreună cu comitetele sindicale la sprijinirea activităţii creatoare a inovaţiilor, la extinderea experienţei înaintate în producţie, la studierea

și valorificarea rezervelor producției; colaborarea cu comitetele sindicale mărește eficiența activității cercurilor ASIT.

Filialele ASIT au acționat în ultimul timp mult mai hotărît pentru rezolvarea problemelor tehnico-economice ale industriei și agriculturii, ale economiei locale, pentru folosirea largă a tuturor posibilităților care să ducă la creșterea productivității muncii și reducerea prețului de cost.

Împreună cu Consiliile Sindicale, filialele ASIT, organizează acțiuni în sprijinul inovatorilor și raționalizatorilor, consfătuiri în care se dezbat probleme ale industriei și agriculturii din regiuni și raioane, schimburi de experiență prin care se generalizează metodele și procedeele folosite de colectivele fruntașe și de fruntași în producție.

Inițiativa pornită la Filiala ASIT Stalin, privind realizarea de fiecare membru ASIT în acest an a unor economii personale de 10—20 mii lei a fost îmbrățișată de membrii ASIT din 10 filiale regionale, care pînă la data de 1 iulie au și raportat Consiliului Central obținerea unei economii de peste 110 milioane lei.

*

Plenara C.C. al P.M.R. din 13—14 iulie a.c. stabilește o serie de sarcini pentru întărirea succesului măsurilor adoptate și dezvoltarea în continuare a tuturor ramurilor economiei naționale la care și inginerii, maiștrii și tehnicienii sînt chemați să-și aducă contribuția lor entuziastă.

Tov. Gheorghe Gheorghiu-Dej, în raportul său, precizează că, ținînd seama de marele efort pe care îl face economia națională prin aplicarea măsurilor privind îmbunătățirea nivelului de trai, trebuie să se ducă o largă acțiune pentru descoperirea și valorificarea rezervelor interne, pentru reducerea cheltuielilor de producție.

În cadrul acestei acțiuni Cercurile ASIT trebuie să-și numească delegați în colectivele formate pe întreprinderi, secții și ateliere și să sprijine efectiv activitatea acestora. Să ceară fiecărui membru ASIT să devină un luptător neobosit pentru introducerea tehnicii noi în producție, pentru mărirea indicilor de utilizare a mașinilor și instalațiilor, pentru îmbunătățirea calității produselor și realizarea de economii.

Așa cum arată mai departe raportul tov. Gh. Gheorghiu-Dej, ridicarea calificării muncitorilor la un înalt nivel tehnic devine o sarcină centrală a economiei socialiste; de înalta calificare a muncitorilor și maiștrilor depinde folosirea completă și economică a mașinilor și utilajelor, introducerea tehnicii noi în producție, organizarea muncii pentru utilizarea completă a timpului de lucru, dezvoltarea mișcării de inovații și invenții.

În planul Consiliului Central ASIT din acest an sînt prevăzute acțiuni largi de organizare a cursurilor tehnice pentru muncitori și țărani muncitori, acțiuni care se desfășoară cu bune rezultate.

Filialele ASIT trebuie să stimuleze și mai mult ca pînă acum preocupările inginerilor și tehnicienilor pentru mecanizarea și automatizarea producției, pentru extinderea metodelor și tehnologiilor avansate, pentru continua dezvoltare a mișcării inovatorilor. Să susțină și să dezvolte întrecerea pornită, pentru ca fiecare membru ASIT să realizeze anual economii de 10—20 mii lei.

Folosind experiența cîștigată pînă acum, să organizeze în continuare cursuri tehnice și tehnico-economice, cicluri de conferințe și seminarii pentru muncitori, tehnicieni și ingineri.

Filialele și cercurile ASIT au îndatorirea să sprijine pe muncitorii înscriși la cursurile serale și fără frecvență precum și pe studenții care efectuează practica în producție.

Raportul tov. Gh. Gheorghiu-Dej precizează că principalul mijloc pentru creșterea necontenită a productivității muncii este introducerea în producție a celor mai noi cuceriri ale tehnicii; secțiile de specialitate ale Consiliului Central și ale Filialelor ASIT sînt chemate să intensifice acțiunile privind înzestrarea cu mijloace tehnice moderne a industriei, agriculturii, construcțiilor și transporturilor și îndeosebi secțiile de construcții de mașini, energetică și electrotehnică, să militeze pentru construirea de mașini, utilaje, aparataje și instalații cu performanțe ridicate, cu calități asemănătoare produselor celor mai bune de pe piața mondială.

Bătălia principală trebuie dată în direcția reducerii consumurilor specifice de materii prime, materiale, combustibil și energie.

Secțiile de specialitate să se apropie tot mai mult de nevoile producției; să ajute cercurile ASIT în rezolvarea problemelor privind introducerea tehnicii noi, în soluționarea problemelor dificile ale producției, în folosirea largă a rezervelor interne.

Consiliul Central ASIT va organiza prin comisiile de tehnică nouă și organizarea producției în colaborare cu C.S.P., C.S.C. și Academia R.P.R., două consfătuiri pe țară, una cu tema: „Creșterea productivității muncii prin mecanizarea și automatizarea producției" și a doua cu tema: „Reducerea prețului de cost prin folosirea rezervelor interne", la care își vor da concursul toate secțiile de specialitate.

Aceste consfătuiri vor trebui să stabilească modul în care sînt folosite mijloacele de mecanizare existente, înfăptuirea calității și performanțelor actualelor mijloace de mecanizare, extinderea mecanizării și automatizării în procesele de producție, precum și rezervele ce trebuie valorificate în vederea reducerii prețului de cost.

Întreaga activitate, pentru traducerea în viață a sarcinilor Plenarei din 13—14 iulie va fi ilustrată în publicațiile tehnice ale ASIT-ului, care vor conține materiale privind acțiunile de folosire a rezervelor interne, de introducere a tehnicii noi, de organizare mai bună a producției.

*

Membrii Asociației noastre trebuie să sprijine activ pe muncitori în îndeplinirea principalelor obiective ale economiei noastre socialiste; ei trebuie să fie în fruntea acțiunilor ce duc la obținerea celor mai bune rezultate economice.

Asociația noastră trebuie să dovedească și de acum înainte că este în măsură să sprijine prin activitatea depusă de membrii săi sarcinile pe care Partidul și Guvernul le pun în fața tuturor oamenilor muncii.

Inginerii, tehnicienii și maiștrii, membrii ASIT se vor înscrie cu elan în mărețul front al bătăliei pe care toți oamenii muncii o dau pentru înflorirea patriei noastre socialiste, pentru bunăstarea tuturor.

Consfătuirea „Gospodărirea căldurii în industrie"

(Dare de seamă, partea I)

Între 9 şi 11 iulie 1959 s-au desfăşurat în Bucureşti lucrările consfătuirii pe ţară privind gospodărirea căldurii în industrie.

Organizată de Academia Republicii Populare Romîne — Secţia a III-a Tehnică şi Institutul de Energetică, Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi Direcţia Generală pentru Energie, Metrologie, Standarde şi Invenţii de pe lîngă Consiliul de Miniştri — Oficiul de Stat pentru Energie, consfătuirea şi-a propus ca prin referatele prezentate să se pună în discuţia largă a participanţilor — academicieni, oameni de ştiinţă, cercetători şi cadre didactice din învăţămîntul tehnic superior, cadre de conducere din economia naţională, ingineri şi tehnicieni, energeticieni şi tehnologi, din producţie — situaţia existentă în sectorul gospodăririi căldurii, importanţa pentru economia naţională şi pentru fiecare întreprindere a unei bune gospodăriri şi căile de ridicare a nivelului tehnic al acestei gospodăriri, prin perfecţionarea utilajelor de producere şi utilizare a căldurii, ameliorarea procedeelor tehnologice consumatoare de căldură şi introducerea de procedee tehnologice noi, perfecţionate, mai buna organizare a proceselor de producţie, eliminarea surselor de risipă de căldură etc.

Larga participare la consfătuire (circa 200 ingineri şi tehnicieni), numeroasele şi documentatele referate prezentate (24 referate, din care şapte referate generale), discuţiile susţinute care s-au purtat asupra referatelor, nivelul referatelor şi al discuţiilor, recomandările pe care consfătuirea le-a făcut în încheierea lucrărilor sale au demonstrat atît interesul deosebit acordat de inginerii şi tehnicienii din R.P.R. acestei consfătuiri în care s-a ridicat prima dată la noi în ţară, pe larg, importanta problemă a gospodăririi căldurii, cît şi utilitatea unei astfel de consfătuiri, precum şi necesitatea organizării în viitor a unor consfătuiri asemănătoare, pe probleme mai restrînse.

Lucrările consfătuirii s-au ţinut în sala ASIT din str. M. Eminescu.

Şedinţa de deschidere a avut loc joi 9 iulie, orele 18.

Prezidiul şedinţei a fost format din: acad. prof. ing. *I. S. Gheorghiu*, vice-preşedinte al Academiei R.P.R. şi preşedintele Secţiei a III-a Tehnică a Academiei; prof. ing. *C. Atanasiu*, vice-preşedinte al Consiliului Central ASIT; *D. Cizmaş*, director general al Direcţiei Generale pentru Energie, Metrologie, Standarde şi Invenţii de pe lîngă Consiliul de Miniştri; prof. ing. *M. Bercovici*, membru corespondent al Academiei R.P.R., preşedintele Secţiei Energetică-Electrotehnică a Consiliului Central ASIT, consilier la Comitetul de Stat al Planificării; prof. ing. *C. Dinculescu*, membru corespondent al Academiei R.P.R., rectorul Institutului Politehnic Bucureşti, preşedintele Comitetului Naţional Romîn pentru Conferinţa Mondială a Energiei, şi prof. ing. *R. Răduleţ*, membru corespondent al Academiei R.P.R., directorul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.

Deschizînd lucrările consfătuirii, tov. acad. prof. ing. *I. S. Gheorghiu*, vice-preşedinte al Academiei R.P.R., a adus participanţilor la consfătuire salutul Academiei R.P.R. şi a urat succes lucrărilor consfătuirii. D-sa, reamintind că în expunerea tov. Gh. Gheorghiu-Dej făcută la şedinţa plenară a Comitetului Central al Partidului Muncitoresc Romîn din 26—28 noiembrie 1958 s-a arătat importanţa reducerii consumurilor specifice de materiale, combustibil şi energie pentru scăderea preţului de cost, a subliniat că lucrările consfătuirii sînt menite a sprijini eforturile care trebuie făcute în acest sens în domeniul economiei de energie, problemă de deosebită importanţă azi, cînd ritmul de dezvoltare a industriei romîneşti necesită cantităţi de energie din ce în ce mai mari. Tov. academician *I. S. Gheorghiu* a mai arătat apoi că unul din principiile de bază ale Academiei R.P.R. este menţinerea unei strînse legături între ştiinţă şi practică şi că Academia s-a străduit să contribuie la dezvoltarea economiei naţionale şi la ridicarea nivelului tehnic al industriei, fiind prima instituţie care, prin Institutul său de Energetică, a ridicat încă de acum şase ani problema gospodăririi energiei şi a întreprins numeroase cercetări şi lucrări experimentale în acest scop.

A urmat la cuvînt tov. prof. ing. *C. Atanasiu*, vicepreşedinte al Consiliului Central ASIT, care a salutat consfătuirea în numele Biroului acestui Consiliu. D-sa a subliniat că, faţă de creşterea însemnată a consumului de energie, trebuie să se acorde în viitor o atenţie mult sporită folosirii economice a energiei, micşorării pierderilor, recuperării energiilor reziduale. După ce a arătat că în sectorul electroenergetic au existat pînă acum realizări numeroase şi importante, tov. *C. Atanasiu* a subliniat că trebuie recunoscut că în domeniul gospodăririi raţionale a căldurii, preocuparea inginerilor şi tehnicienilor a fost redusă, fiind una din cele mai mari lipse ale activităţii lor, iar recunoaşterea acestei lipse şi conştiinţa pagubelor mari pe care ea le-a cauzat economiei naţionale, trebuie să fie un imbold suplimentar în rezolvarea justă a problemei în viitor. În acest scop, tehnicienii şi inginerii trebuie să-şi completeze cunoştinţele şi să transforme acţiunea de economisire a căldurii într-o acţiune de masă. Consfătuirea, a arătat tov. *C. Atanasiu*, are de scop să facă cunoscute unele din metodele pe care tehnica nouă le pune la dispoziţie pentru folosirea cît mai economică a căldurii, iar participanţii la consfătuire au datoria ca întorşi la locurile lor de muncă să împărtăşească aceste metode, cum şi hotărîrile şi recomandările pe care consfătuirea le va stabili, tuturor tovarăşilor lor, în cadrul cercurilor ASIT. Vorbitorul a mai evidenţiat faptul că consfătuirea are loc tocmai în perioada elaborării planului economic de şase ani pe perioada 1960—1965 şi va ajuta astfel pe baza cercetării situaţiei în fiecare întreprindere la cuprinderea în plan a tuturor lucrărilor mai importante necesare pentru economisirea căldurii şi la realizarea lor cît mai devreme, mai ales că unele măsuri, cu mare eficienţă economică, nu necesită adesea decît cheltuieli relativ reduse. Tov. *Atanasiu* a urat apoi succes consfătuirii şi traducerii în viaţă a recomandărilor ei.

În continuare, a vorbit tov. *D. Cizmaş*, directorul general al Direcţiei Generale pentru Energie, Metrologie, Standarde şi Invenţii de pe lîngă Consiliul de Miniştri. După ce a salutat consfătuirea în numele acestei Direcţii Generale şi a arătat importanţa folosirii economice a energiei în general şi a căldurii în special, cum şi faptul că în întreprinderi există încă numeroase rezerve interne în acest domeniu, tov. *D. Cizmaş* a scos în evidenţă atenţia deosebită acordată de partid şi de guvern problemei folosirii economice a energiei. Astfel, în ianuarie 1959, în continuarea acţiunilor anterioare, s-a înfiinţat Oficiul de Stat pentru Energie în cadrul Direcţiei Generale pentru Energie, Metrologie, Standarde şi Invenţii, oficiu care va activa alături de celelalte organe de stat şi alături de întreprinderi pentru a se ajunge la realizarea celor mai bune condiţii de folosire raţională a energiei de toate formele, pe ansamblul economiei naţionale. În acest scop, a spus vorbitorul, Oficiul de Stat pentru Energie va acţiona în toate fazele care condiţionează folosirea corectă a energiei, avizînd soluţiile energetice, omologînd — din punct de vedere al randamentului — utilajele energetice, controlînd şi analizînd situaţia din întreprinderi, detectînd sursele de risipă de energie, recomandînd căile de lichidare a acestei risipe, avizînd normele de consum de energie etc. Acţiunile Oficiului de Stat pentru Energie vor fi sprijinite şi de celelalte unităţi ale Direcţiei Generale pentru Energie, Metrologie, Standarde şi Invenţii, în special în problema îmbunătăţirii instalaţiilor de măsurare şi a documentaţiei în domeniul energeticii industriale. Tov. Cizmaş a subliniat însă că realizarea obiectivelor de gospodărire raţională a energiei este condiţionată în primul rînd de activitatea care se va duce în întreprinderi şi de sprijinul pe care acestea îl vor primi de la forurile lor tutelare, ministere, sfaturi populare şi alte organizaţii centrale. De asemenea tov. *Cizmaş* a evidenţiat importanţa deosebită pe care o are problema cadrelor, trebuind să se întreprindă o acţiune susţinută de dotare cu

personalul necesar a unităților energetice, de ridicare a nivelului profesional al cadrelor.

A urmat la cuvînt tov. prof. ing. *M. Bercovici*, membru corespondent al Academiei R.P.R., consilier în cadrul Comitetului de Stat al Planificării, care a vorbit din partea acestui Comitet. D-sa, după ce a salutat pe participanții la consfătuire, a arătat că Comitetul de Stat al Planificării acordă o deosebită atenție consfătuirii, prima pe țară cu asemenea amploare în această problemă, ținută tocmai în timpul cînd, ca urmare a sarcinilor trasate de Biroul Politic al Comitetului Central al Partidului Muncitoresc Romîn, se lucrează intens la pregătirea materialelor documentare pentru elaborarea schiței-program de dezvoltare a economiei R.P.R. pe 15 ani, și, în cadrul acestei schițe, a planului economic de șase ani. În perioada acestei elaborări, oamenii muncii din întreaga țară sînt chemați a depune toate eforturile pentru ca, prin studii și propuneri judicioase, să se mobilizeze într-o măsură cît mai mare resursele interne ale întreprinderilor și astfel să se elimine eforturile inutile din partea economiei naționale, spre a se permite o creștere corespunzătoare a nivelului de trai al celor ce muncesc. Vorbitorul a arătat apoi că dezvoltarea mai departe, în ritm susținut, a economiei naționale înseamnă implicit o solicitare din ce în ce mai mare a bazei energetice, legată de lărgirea ei corespunzătoare ; dezvoltarea bazei energetice necesită însă importante investiții, rezultînd — poate mai mult ca în alte ramuri — importanța punerii în valoare a resurselor interne ale consumatorilor de energie, astfel încît acoperirea necesarului de energie să nu se facă numai prin lărgirea bazei energetice, ci și prin reducerea, în cea mai mare măsură posibilă, a necesarului de energie. Aceasta va trebui să se realizeze prin eliminarea oricărei risipe de energie, prin mărirea randamentelor globale ale instalațiilor energetice — care vor produce astfel mai multă energie utilă din aceeași cantitate de energie primară — și prin introducerea de procese tehnologice noi și moderne, care vor consuma mai puțină energie utilă pentru aceeași producție sau prestație, adică printr-o cît mai bună gospodărire a energiei de toate formele și în special a căldurii, care reprezintă ponderea cea mai mare sub care se consumă azi energia ; se știe de altfel, a reamintit vorbitorul, că economisirea unei tone de combustibil cere economiei naționale un efort mult mai mic decît extracția și prepararea sau prelucrarea aceleiași cantități de energie primară. În continuare, tov. *Bercovici* a reamintit activitatea dusă de Comitetul de Stat al Planificării în domeniul gospodăririi corecte a energiei, prin diverse măsuri trasate prin planurile de stat anuale, sarcini pentru a căror îndeplinire însă, din nefericire, ministerele și întreprinderile nu au acordat o suficientă atenție, problema energiei fiind de cele mai multe ori lăsată, în cazul cel mai bun, pe planul al doilea ; prevederile hotărîrii Consiliului de Miniștri nr. 35/15 ianuarie 1959 sînt menite să aducă o schimbare radicală a acestei situații, cuprinzînd măsuri pentru rațională folosire a resurselor energetice, normarea și reducerea consumurilor specifice de energie de toate formele, îmbunătățirea în genere a gospodăririi energiei, întărirea unităților energetice și înființarea Oficiului de Stat pentru Energie, avînd drept scop tocmai îndrumarea și controlul gospodăririi energiei de toate formele. Tov. prof. *Bercovici* a subliniat apoi că, în condițiile structurii actuale a consumului de combustibil din R.P.R., necesarul de energie al industriei poate fi satisfăcut în marea lui majoritate cu produse petroliere și gaze naturale, la care caloria revine foarte ieftin, din care cauză ponderea consumului de energie în prețul de cost al producției industriale este scăzută, ceea ce face ca la nivelul întreprinderilor și chiar al ramurilor, unele măsuri de îmbunătățire a gospodăririi energiei să apară la prima vedere ca neeconomice ; într-o economie socialistă însă, economicitatea unei soluții nu trebuie privită din punct de vedere strîmt, al unei întreprinderi sau al unei ramuri și numai în lumina momentului, ci trebuie să se aibă în vedere interesul general al economiei naționale și evoluția situației în timp, perspectiva, lucru de care ministerele, întreprinderile și institutele de proiectare nu au ținut seamă în suficientă măsură.

În continuare s-a dat cuvîntul tov. prof. ing. *C. Dinculescu*, membru corespondent al Academiei R.P.R., rectorul Institutului Politehnic București și președintele Comitetului Romîn pentru Conferința Mondială a Energiei. D-sa a adus consfătuirii salutul acestor două instituții și a evidențiat importanța gospodăririi raționale a căldurii, arătînd că după datele prezentate la Geneva cu ocazia Conferinței pentru folosirea energiei nucleare în scopuri pașnice, din 100 unități de energie calorică, extrase din sursele de energie, numai 38 sînt transformate în efect util, în timp ce 62 unități se pierd. Problema surselor de energie constituie problema nr. 1, a arătat tov. *Dinculescu* și, în condițiile în care se rezolvă la noi în țară această problemă, ea este în măsură să frîneze toate celelalte activități, prin lipsa surselor de energie. În continuare, vorbitorul a arătat că Institutul Politehnic București, prin cadrele sale didactice, este gata să conlucreze cu industria pentru studierea și rezolvarea problemelor de ameliorare a condițiilor de consum a căldurii și a energiei în general.

S-a trecut apoi la ordinea de zi, ascultîndu-se referatele generale și anume :

1. *Referatul Oficiului de Stat pentru Energie din cadrul Direcției Generale pentru Energie, Metrologie, Standarde și Invenții de pe lîngă Consiliul de Miniștri.* Referatul a fost prezentat de tov. ing. *B. Marcu*, inspectorul general al Inspecției Energetice, și a arătat situația actuală a consumului de căldură în R.P.R., condițiile în care are loc, posibilitățile de ameliorare și mijloacele de realizare, cum și activitatea și rolul Oficiului de Stat pentru Energie în problema gospodăririi raționale, a energiei *).

2. *Referatul Ministerului Industriei Grele*, prezentat de tov. prof. ing. *I. Grosu*, director adjunct al Direcției Tehnice a Ministerului.

3. *Referatul Ministerului Industriei Bunurilor de Consum*, prezentat de tov. ing. *T. Covalschi*, directorul Direcției Tehnice a Ministerului.

4. *Referatul Ministerului Construcțiilor, Industriei Materialelor de Construcții și Industrializării Lemnului*, prezentat de tov. ing. *Fl. Predoiu*, energeticul-șef al Ministerului.

5. *Referatul Ministerului Industriei Petrolului și Chimiei*, prezentat de tov. ing. *Vulcan*, directorul Direcției Mecano-Energetice a Ministerului.

În aceste referate ale ministerelor s-a arătat, pe scurt, situația existentă a gospodăririi căldurii în întreprinderile tutelate, unele măsuri de îmbunătățire luate, cum și măsurile care se prevăd a fi luate în continuare.

6. *Referatul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.*, prezentat de tov. prof. ing. *R. Răduleț*, membru corespondent al Academiei R.PR., directorul Institutului.

7. *Referatul Secției de Energetică—Electrotehnică a Consiliului Central ASIT*, prezentat de tov. conf. ing. *N. Moldoveanu*, vicepreședinte al Comitetului Secției.

În aceste ultime două referate s-au prezentat acțiunile întreprinse de instituțiile respective în problemele gospodăririi energiei în industrie, realizările obținute și sprijinul pe care ele vor continua să-l acorde în viitor în aceste probleme.

Ședința primă a consfătuirii s-a ridicat la orele 21,15.

Vineri 10 iulie dimineață și după amiază, precum și sîmbătă 11 iulie dimineața lucrările consfătuirii au continuat prin prezentarea a 17 referate pe probleme.

Referatele prezentate au fost :

I. **Metodica de stabilire a consumului de căldură și de analiză a gospodăririi căldurii în industrie**, de ing. *M. Biener*, șef de sector la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

II. **Instalații de forță cu abur folosind căldura recuperată din gaze de ardere**, de ing. *I. Saphier*, consilier în cadrul Comitetului de Stat al Planificării, și ing. *V. Dinu*, cercetător la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

III. **Tendințe noi în construcția părții mecanice a centralelor termoelectrice**, de prof. ing. *Ștefan Gheorghiu*, din Institutul Politehnic București.

IV. **Probleme și realizări privind gospodărirea căldurii la o mare unitate siderurgică din R.P.R.**, de ing. *G. Egy* din cadrul Institutului de Proiectări Metalurgice.

---

*) Textul acestui referat se va publica în nr. 10 al revistei.

V. **Gospodărirea căldurii în centralele termoelectrice cu abur ale Direcției Generale a Energiei Electrice din Ministerul Industriei Grele**, de ing. *T. Popa* din Direcția Energiei Electrice.

VI. **Gospodărirea căldurii în transporturile feroviare**, de ing. *D. Ghilescu*, director tehnic al Direcției Tracțiune și Vagoane din M.T.T. și ing. Gh. Popovici, inginer principal în Direcția Tracțiune și Vagoane din M.T.T.

VII. **Folosirea rațională a căldurii în industria prelucrătoare de țiței**, de dr. ing. *I. Rădulescu* și ing. *D. Grigoriu*, din cadrul Institutului de Cercetări și Proiectări Petrochimice Ploiești.

VIII. **Gospodărirea căldurii în industria chimică**, de ing. *St. Lupan* și ing. *G. Gruder*, din cadrul Institutului de Cercetări Chimice.

IX. **Recuperarea căldurii în industria acidului sulfuric**, de ing. *N. Popovici*, din cadrul Institutului de Proiectări Chimice.

X. **Gospodărirea căldurii în industria sodei**, de ing. *I. Grigoriu*, inginer-șef al Uzinelor Sodice Govora.

XI. **Recuperarea căldurii în industria amoniacului și acidului azotic**, de ing *Gh. Chivu*, din cadrul Institutului de Proiectări Chimice.

XII. **Folosirea căldurii în industria materialelor de construcții**, de ing. *Fl. Predoiu*, energetic-șef al Ministerului Construcțiilor, Industriei Materialelor de Construcții și Industrializării Lemnului.

XIII. **Gospodărirea căldurii în industria celulozei și hîrtiei**. de ing. *Sorin Ștefănescu*, din Institutul de Cercetări și Proiectări Stuf-Hîrtie, și ing. *D. Postelnicu*, inginer la fabrica de cartoane și mucava „Stăruința".

XIV. **Gospodărirea căldurii în industria zahărului**, de ing. *E. Dauer*, din Institutul de Proiectări al Industriei Bunurilor de Consum.

XV. **Aspecte ale recuperării căldurii la cuptoarele industriale**, de ing. *N. Antonescu* și ing. *N. Pănoiu*, șefi de sector la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

XVI. **Reducerea consumului de combustibil și îmbunătățirea indicilor de funcționare la elaborarea oțelului în cuptorul Martin cu ajutorul oxigenului**, de ing. *Silviu Pop*, din Ministerul Industriei Grele, Direcția Generală a Industriei Siderurgice.

XVII. **Pompa termică și utilizarea ei în industrie**, de conf. ing. *I. Nerescu* de la Institutul Politehnic București.

Referatele prezentate au fost ascultate cu mult interes și au prilejuit numeroase discuții *).

Ședința de închidere a lucrărilor consfătuirii a avut loc sîmbătă 11 iulie, la ora 18. Ea a fost condusă de tov. prof. ing. *C. Atanasiu*, vicepreședinte al Consiliului Central ASIT, din prezidiu făcînd parte : prof. ing. *M. Bercovici*, membru corespondent al Academiei R.P.R., președintele Secției Energetică-Electrotehnică a Comitetului Central ASIT, *D. Cizmaș*, directorul general al Direcției Generale pentru Energie, Metrologie, Standarde și Invenții de pe lîngă Consiliul de Miniștri, prof. ing. *R. Rădulet*, membru corespondent al Academiei R.P.R., directorul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R., și alții.

În cadrul acestei ședințe de închidere au avut loc discuțiile generale. Au luat cuvîntul, succesiv :

a) Prof. ing. *I. Stănescu*, din Direcția Generală a Energiei Electrice din Ministerul Industriei Grele, care, după ce a arătat că în cadrul importantei dezvoltări pe 15 ani a consumului de energie, instalațiile actuale vor rămîne cu o pondere redusă și că deci atenția trebuie în special îndreptată în primul rînd spre o concepție și realizare la cel mai înalt nivel tehnic al instalațiilor noi de producere și consum de energie, a indicat principiile ce trebuie urmate, și anume în primul rînd recuperarea căldurii și în al doilea rînd producerea combinată a căldurii și energiei electrice. Asupra acestei a doua metode, vorbitorul a subliniat necesitatea termoficării industriale, în unele cazuri chiar pentru instalații de putere redusă (chiar sute de kilowatti), însă folosind întotdeauna parametrii ridicați ai aburului, ceea ce conduce la o economicitate mult sporită. În continuare, tov. Stăncescu a insistat asupra necesității dotării cu aparate de măsură și control care, prin economia de combustibil ce o aduc și care se poate exporta, compensează fondurile de import necesare.

b) Ing. *I. Herescu*, directorul Direcției Energiei din Comitetul de Stat al Planificării, a început prin a arăta cu exemple felul greșit în care o parte din întreprinderi și ministere rezolvă problemele energetice, neluînd în considerare energia deșeu ce se poate obține pentru încălzire de la centralele electrice, sau mergînd pe linia folosirii celui mai comod combustibil care trebuie adus de la distanță, în loc să se folosească combustibilii ce există la dispoziție în zona respectivă. Față de această situație, a arătat vorbitorul, trebuie să se realizeze o cotitură hotărîtă, ASIT-ului revenindu-i rolul de a crea opinia necesară, prin consfătuiri pe țară, ca cea în curs, regionale și în întreprinderi, prin publicarea de broșuri etc., spre a se ridica randamentul de utilizare a energiei. De asemenea, tov. *Herescu* a fost de acord cu propunerile venite de la participanți, ca în cadrul planurilor de import să se aloce cote speciale pentru importul de aparate de măsură și control termotehnice, care pot contribui substanțial la realizarea de regimuri de consum mai economice.

c) Ing. *E. Vrabie*, inspector energetic din cadrul Oficiului de Stat pentru Energie, a arătat printre altele, că organizarea serviciilor energetice ale întreprinderilor industriale nu corespunde necesităților, fie din cauza unei insuficiente dotări cu personal, fie din cauza pregătirii insuficiente în specialitate a acestuia, și că este necesar ca această situație să se amelioreze urgent. De asemenea, tov. *Vrabie* a mai arătat nevoia ca în întreprinderile mari consumatoare de energie să se formeze grupe de specialiști care să studieze situația energetică și să proiecteze și execute ameliorări necesare.

d) Ing. *Butuc*, energetic-șef al Uzinelor „Republica" din București, printre altele a propus să se întocmească schema tip de organizare minimală a serviciului energetic din întreprinderi, funcție de mărimea consumului de energie, și de asemenea să se întocmească metodologii pentru stabilirea bilanțurilor de energie și a normelor de consum, calculul datelor statistice etc.

e) Ing. *Morudan Ion*, de la Uzinele textile Cisnădie, a arătat situația din aceste uzine și unele îmbunătățiri făcute, evidențiind nevoile pe care le are industria de aparate de măsură și control și de oale de condensație și armături de bună calitate.

f) Ing. *Furtunescu Horia*, energetic-șef al Rafinăriei nr. 7, în cuvîntul său a indicat între altele unele metode pentru realizarea de economii în industria prelucrării petrolului, cum ar fi : înlocuirea pompelor cu abur cu piston cu electropompe, folosirea la încălzire a apei supraîncălzite în locul aburului, recuperarea condensatului, majorarea randamentului cuptoarelor etc., putîndu-se astfel obține economii de energie de ordinul 20—25%.

g) Ing. *Filip Ion*, de la Institutul de Proiectări Chimice, după ce a arătat că d-sa consideră că în discuția Consfătuirii s-a pus o problemă prea vastă, a făcut unele propuneri pentru recomandările pe care să le facă consfătuirea, privind stabilirea parametrilor specifici din industria noastră, popularizarea rezultatelor obținute în această industrie, crearea unei literaturi de specialitate rominești etc.

h) Ing. *Veress Zoltan*, de la Direcția Generală a Gazului Metan din Ministerul Industriei Petrolului și Chimiei, a examinat situația instalațiilor de ardere și deficiențele lor, subliniind necesitatea folosirii corecte a arzătoarelor și aparatelor de măsură și control și a personalului pentru repararea acestor aparate. Tov. *Veress* a mai arătat că anumite măsurări se pot face și cu instalații mai simple, ușor de realizat în întreprinderi, cum și faptul că Direcția Generală a Gazului Metan poate da ajutor în problemele menționate.

i) Ing. *Asultanei Alex.*, inspector energetic din cadrul Oficiului de Stat pentru Energie, a ridicat problema construcției unui arzător pentru gazul deșeu (gaz metan amestecat cu hidrogen) care rezultă din cracarea gazului metan la fabricarea acetilenei. De asemenea, tov. *Asultanei* a discutat problema exploatării cuptoarelor de clinker din punctul de vedere al reglajului tirajului prin efectul greblei.

*) Rezumate ale acestor referate și ale discuțiilor ce au avut loc pe marginea lor vor fi publicate în partea a II-a a dării de seamă asupra consfătuirii, în numărul viitor al revistei.

Terminîndu-se discuţiile, tov. conf. ing. *N. Moldoveanu*, vicepreşedintele Secţiei Energetică-Electrotehnică a Consiliului Central ASIT, a prezentat proiectul de recomandări pe care consfătuirea să le adreseze organelor şi instituţiilor de stat şi profesionale, cum şi tuturor tehnicienilor şi inginerilor.

Proiectul de recomandări, dat mai jos, a fost aprobat de participanţi, prin aplauze, după care a luat cuvîntul, în încheierea consfătuirii, tov. prof. ing. *C. Atanasiu*, vicepreşedinte al Consiliului Central ASIT.

D-sa a arătat că recomandările adoptate de consfătuire vor fi difuzate tuturor ministerelor şi organizaţiilor interesate, astfel ca să se poată începe pe această bază marea acţiune care a fost avută în vedere prin organizarea consfătuirii. Tov. *Atanasiu* şi-a exprimat apoi convingerea că lucrările consfătuirii vor conduce la însemnate succese şi, mulţumind participanţilor pentru aportul adus, a declarat închisă Consfătuirea pentru gospodărirea căldurii în industrie.

Şedinţa s-a ridicat la orele 22,30.

Recomandări ale consfătuirii „Gospodărirea căldurii în industrie"

Bucureşti 9 — 11 iulie 1959

I. **Oamenii de ştiinţă, inginerii şi tehnicienii din institutele de cercetare şi învăţămînt, institutele de proiectare, instituţiile centrale şi din întreprinderi ale tuturor ramurilor industriale, din întreaga ţară, întruniţi la Bucureşti în zilele de 9, 10 şi 11 iulie 1959 la consfătuirea „Gospodărirea căldurii în industrie", organizată de Academiei R.P.R., Asociaţia ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R., şi Direcţia Generală pentru energie, metrologie, standarde şi invenţii, de pe lîngă Consiliul de Miniştri, constată că problema gospodăririi raţionale a energiei în general şi a căldurii şi combustibilului în special a început să devină obiectul de preocupare al specialiştilor, energeticieni şi tehnologi, dintr-o serie de sectoare de cercetare, proiectare şi din întreprinderi.**

În sectorul de cercetare s-au obţinut realizări importante în domeniul utilizării cărbunilor inferiori din R.P.R., a utilizării energetice a gazului metan (compresorul cu jet), îmbunătăţirea randamentelor unor agregate termotehnologice precum şi în domeniul stabilirii bazelor ştiinţifice pentru analiza şi reducerea consumului specific de energie electrică şi de căldură în industrie.

Printr-o serie de consfătuiri şi schimburi de experienţă, pe ţară, pe ramuri industriale, regionale şi în întreprinderi, precum şi prin cursuri pentru personalul energetic, au fost mobilizate şi îndrumate cadrele tehnice de specialitate din industrie şi s-au obţinut o serie de rezultate în domeniul gospodăririi raţionale a energiei.

Activitatea organelor de stat în domeniul supravegherii şi îndrumării gospodăririi energetice a întreprinderilor a dus la descoperirea într-un număr de întreprinderi industriale a numeroase surse de consumuri neraţionale de energie de toate felurile, dîndu-se indicaţii precise asupra măsurilor necesare de luat pentru o mai bună folosire a energiei.

Prin măsurile luate între anii 1954—1958 factorul de putere mediu la marii consumatori industriali s-a ridicat de la 0,65 la 0,79 reducîndu-se de asemenea simţitor consumurile specifice de energie electrică într-o serie de sectoare industriale. În anul 1958, printr-o serie de măsuri tehnico-organizatorice, s-a reuşit să se realizeze economii de căldură echivalente cu 91 538 tone combustibil convenţional din care 67 000 t.c.c. la întreprinderi ale M.I.P.Ch., 12 000 t.c.c. la întreprinderi ale M.I.G., 6 600 t.c.c. la întreprinderi ale M.C.M.C. şi 5 539 t.c.c. la întreprinderi ale M.I.B.C.

II. **Cu toate acestea în domeniul gospodăririi căldurii se constată o serie de lipsuri.**

Se mai irosesc cantităţi importante de căldură ce ar putea fi uşor recuperate. Din cercetări făcute în 1958 la o parte din întreprinderile industriale, s-a stabilit printr-o primă analiză că sînt realizabile economii de încă 400 000 t.c.c. din care circa 75% fără investiţii capitale. Astfel aceste economii sînt posibile la o serie de întreprinderi ale M.I.G. în cantitate de de 220 000 t.c.c., la M.I.B.C. 150 000 t.c.c. etc.

Se constată că atît conducerile unor întreprinderi cît şi unele foruri tutelare (ministere, departamente etc.) nu acordă atenţia cuvenită acestei importante probleme economice şi nu se îngrijesc de asigurarea condiţiilor materiale şi de personal necesare rezolvării ei.

Se resimte lipsa de aparate de măsurat, îndeosebi termotehnice, care îngreuiază stabilirea şi respectarea regimurilor optime de funcţionare a agregatelor energetice şi tehnologice. Multe instalaţii sînt date în funcţiune incomplete faţă de prevederile proiectului, sau chiar prin proiect nu sînt prevăzute cu instalaţii care să asigure o folosire cît mai completă a energiei (instalaţii de recuperare, aparate de măsurat etc.)

Lipsurile în gospodărirea căldurii în industrie se datorează în mare măsură şi insuficienţei de personal energetic şi adesea pregătirii şi folosirii necorespunzătoare a acestuia.

Documentarea tehnică în domeniul folosirii raţionale a căldurii şi combustibilului este insuficientă şi lipsesc îndeosebi materiale practice de îndrumare, adaptate specificului industriei noastre.

Institutele de cercetare şi de proiectare nu au acordat atenţia cuvenită cercetării unor procese şi instalaţii energetice, ca schema de recuperare a gazelor de ardere, răcire prin recirculaţie, cuptoare industriale, arzătoare ş.a.

În general în întreg efortul care se depune pentru ridicarea economiei naţionale pe trepte superioare, folosirii raţionale a energiei şi în special a căldurii nu li se acordă atenţia cuvenită faţă de ponderea pe care o are în asigurarea dezvoltării economiei naţionale şi în procesul de producţie.

III. **Faţă de cele constatate, participanţii la consfătuire consideră necesar ca organele de Stat, institutele de cercetări, studii şi proiectări, întreprinderile şi toţi inginerii şi tehnicienii să aibă în vedere următoarele obiective :**

1) informarea largă asupra însemnătăţii tehnice şi economice a folosirii raţionale a căldurii în diferite sectoare industriale ca şi asupra posibilităţilor şi mijloacelor practice de a realiza economii de căldură şi combustibil ;

2) investigaţii adînci şi stabilirea tuturor posibilităţilor de a economisi căldura şi combustibilul în industrie şi transporturi ;

3) punerea la punct şi perfecţionarea schemelor, proceselor şi agregatelor energetice şi energotehnologice în vederea îmbunătăţirii randamentelor şi productivităţii acestora ;

4) întărirea şi organizarea raţională a unităţilor energetice la toate nivelele, în paralel cu ridicarea nivelului profesional şi stimularea personalului energetic precum şi a celui tehnologic, în vederea obţinerii de economii de combustibil şi căldură ;

5) dezvoltarea pe scară mare a mişcării de inovaţii în domeniul economiei de energie în industrie.

IV. **Pentru realizarea obiectivelor arătate, consfătuirea recomandă să se ia următoarele măsuri :**

A. În întreprinderi, inginerii şi tehnicienii, energeticienii şi tehnologii, cu sprijinul conducerilor întreprinderilor, să realizeze :

1. Întocmirea imediată de planuri de măsuri tehnico-organizatorice care pot conduce ; la lichidarea risipei de căldură şi combustibil. Se va avea în vedere :

— repararea şi punerea în funcţiune a tuturor aparatelor de măsură de care se dispune :

— executarea la timp a reparaţiilor, punerea în ordine a izolaţiei termice şi a etanşităţii instalaţiilor şi în general eliminarea tuturor surselor evidente de risipă de energie ;

— folosirea integrală a tuturor posibilităţilor de recuperare a resurselor energetice secundare ;

— stabilirea parametrilor de funcţionare şi a regimurilor optime pe agregate şi ansamble de agregate ;

— repartiţia optimă a sarcinilor între agregatele centralelor electrice pe baza caracteristicelor acestor agregate ;

— respectarea regimurilor normale de funcţionare a instalaţiilor şi agregatelor ;

— punerea la punct a instalaţiilor de automatizare existente şi introducerea lor în funcţiune.

Măsurile realizabile prin mijloacele proprii ale intereprinderii să fie aplicate de îndată. Pentru aplicarea urgentă şi a restului măsurilor, să se ceară neîntîrziat sprijinul forului tutelar.

2. Întocmirea bilanţurilor pe agregate, procese şi pe ansamblul întreprinderii, cu stabilirea surselor de risipă de căldură şi combustibil, adîncindu-se astfel planurile de măsuri necesare pentru eliminarea lor, procedîndu-se apoi la aplicarea conform celor indicate în punctul precedent.

3) Stabilirea pe baza bilanţurilor şi măsurilor de reducere de consum de energie aplicate, a normelor progresive de consum de căldură şi combustibil, urmărindu-se permanent respectarea şi scăderea lor progresivă, pe baza organizării unei bune evidenţe a consumurilor de căldură şi a producţiei industriale realizate.

4. Studierea, printr-o strînsă colaborare între energeticieni şi tehnologi, a posibilităţilor de îmbunătăţire a proceselor tehnologice şi de introducere a tehnicii noi, în vederea îmbunătăţirii randamentelor energetice parţiale şi globale, a creşterii productivităţii muncii şi a reducerii preţului de cost.

B. Inginerii şi tehnicienii de specialitate din întreprinderi, cu ajutorul institutelor de cercetări, studii şi proiectare şi cu sprijinul ministerelor, să introducă procedeele cele mai adecvate pentru economia de combustibil şi căldură, între care se menţionează :

1) insuflarea oxigenului la elaborarea oţelului în cuptoare Martin şi electrice ;

2) elaborarea oţelului prin procedeul duplex, mărindu-se procentul de fontă lichidă ;

3) răcirea prin evaporare la cuptoarele Martin precum şi la toate cuptoarele industriale mari ;

4) recircularea gazelor de ardere la cuptoarele de încălzire şi tratamente termice ;

5) prăjirea piritelor în strat fluidizat ;

6) înlocuirea încălzirii cu aburi prin încălzirea cu apă supraîncălzită şi înlocuirea aburului viu cu abur uzat, ori unde este posibil ;

7) recuperarea tuturor resurselor energetice secundare, cum ar fi :

— căldura gazelor arse ;

— căldura produselor calde (de exemplu prin stingerea uscată a cocsului, laminarea lingourilor imediat după turnarea lor etc.) şi a zgurilor ;

— condensatul de la instalaţiile cu abur energetice, tehnologice şi de încălzire ;

— căldura apelor de răcire ;

— aburul uzat.

C. Institutele de studii, cercetări şi proiectări să cerceteze pentru instalaţiile noi care se proiectează ca şi pentru ameliorarea situaţiei instalaţiilor existente precum şi în cadrul reconstruirii acestora, cele mai moderne procedee, scheme şi utilaje care să permită folosirea energiei cu maximum de eficienţă pentru economia naţională.

Pentru aceasta ministerele să înfiinţeze pe lîngă institutele de cercetări, studii şi proiectări, grupe energetice care să abordeze cu competenţă latura energo-tehnologică a proiectelor, studiilor şi cercetărilor ce se efectuiază în acele institute.

Proiectele să cuprindă în mod explicit şi justificat modul de rezolvare a problemelor energetice şi a recuperării tuturor resurselor secundare, comparînd indicii tehnico-economici propuşi cu cei realizaţi conform celor mai înalte exigenţe ale tehnicei moderne. Proiectele să fie supuse avizării Oficiului de Stat pentru Energie.

Studiile şi proiectele să cuprindă analiza tehnico-economică a rentabilităţii procedeelor propuse. În calculele tehnico-economice respective să se ia drept preţ al combustibililor, preţul mediu pe ţară, sau, în cazul cînd acesta este mai mic decît preţul combustibilului efectiv folosit de instalaţia pentru care se face calculul economicităţii, să se ia preţul combustibilului efectiv folosit.

Între altele, este necesar să se studieze :

1) proiectarea şi experimentarea de arzătoare şi injectoare adecuate combustibililor indigeni ; ca un caz particular, să se studieze un arzător care să permită valorificarea gazului deşeu (gaz metan plus hidrogen) rezultat din fabricarea acetilenei prin cracarea gazului metan ;

2) adaptarea unor noi tipuri de cuptoare în industria prelucrătoare a ţiţeiului ;

3) introducerea pompei de căldură pentru instalaţiile de vaporizare, distilare şi concentrare din industria chimică, a zahărului, industria frigului, pentru condiţionari etc. ;

4) folosirea turbinelor cu gaze în centralele electrice ale fabricilor de zahăr ;

5) folosirea turbinelor de trecere la furnale, agregate cu căderi mari de presiune, conductele magistrale de gaze naturale etc. ;

6) elaborarea de scheme termice tip pe diversele industrii mari consumatoare de abur şi generatoare de căldură reziduală, începînd cu industria produselor sodice şi a azotului ;

7) introducerea de instalaţii de dezalcalinizare în uzinele sodice, în scopul recuperării condensatului impurificat (alcalin) ;

8) introducerea agregatelor producătoare de frigorii prin valorificarea căldurilor reziduale ;

9) îmbunătăţirea tirajului la cuptoarele de clinker prin ameliorarea sistemului de greblare a grătarului uscător, îmbunătăţindu-se astfel randamentul energetic (termic şi electric — — prin micşorarea puterii absorbite de exhaustoare) şi crescînd productivitatea cuptorului ;

10) în industria zahărului, să se treacă la : a) refacerea schemelor tehnologice, în sensul posibilităţii de izolare a aburului secundar din ultima treaptă de evaporare (la fabricile Roman şi Giurgiu) ; b) înlocuirea aparatelor de difuzie învechite cu aparate moderne (la fabrica Sascut) ; c) mărirea suprafeţelor de încălzire a aparatelor de fierbere, pentru a face posibilă folosirea aburului de la treapta a 2-a şi a 3-a a staţiunii de evaporare (la fabricile Roman, Giurgiu şi Aiud).

D. În domeniul proiectării de centrale electrice şi a alimentării cu căldură să se aibă în vedere în continuare :

1) centralizarea şi producerea combinată de energie electrică şi căldură pentru alimentarea întreprinderilor industriale, a centrelor urbane şi a cartierelor de locuinţe muncitoreşti, folosindu-se parametrii ridicaţi şi grupuri electrogene de puteri unitare cît mai mari ; în acest scop se va continua amplasarea concentrată a noilor industrii care au nevoi mari de căldură ;

2) limitarea construcţiilor de centrale termoelectrice de putere redusă numai pentru cazurile cînd acestea pot lucra în regim de termoficare, şi numai dacă nu s-a putut face amplasarea industriei respective lîngă o mare centrală de termoficare ;

3) trecerea centralelor electrice cu condensaţie în regim de termoficare prin funcţionarea cu vid înrăutăţit (atunci cînd este posibil şi cînd există consum de căldură);

4) centralele electrice de condensaţie să se construiască numai cu parametrii înalţi ai aburului şi numai pe bază de puteri unitare mari ale grupurilor electrogene şi ale centralei;

5) alimentarea cu căldură a aglomeraţiilor urbane, a cartierelor de locuinţe muncitoreşti şi a industriilor, în cazul cînd nu este posibilă soluţia termoficării, să se realizeze prin construcţia de centrale termice comune, în care să se prevadă posibilitatea pentru viitor a montării de turbine cu contrapresiune.

E. Academia R.P.R. prin Institutul de Energetică să înscrie în planul său de cercetare probleme legate de utilizarea căldurii în industrie şi să continue să acorde ajutor tehnic întreprinderilor industriale în aceste probleme.

F. Oficiul de Stat pentru Energie să studieze posibilitatea introducerii omologării la toate utilajele de serie care au consum de căldură mai mare de 500kg ce/h precum şi a utilajelor unicate cu consumuri foarte mari de căldură.

G. Ministerul Transporturilor şi Telecomunicaţiilor să grăbească introducerea şi apoi să estindă folosirea tracţiunii cu locomotive Diesel electrice şi, pe traseele convenabile, a tracţiunii electrice.

H. Ministerul Industriei Grele, în vederea ridicării randamentelor energetice ale agregatelor şi instalaţiilor, să treacă la:

1) proiectarea şi construcţia de turbine cu contrapresiune de puteri de 400—700 kW;

2) reproiectarea cazanului IPROM de 20 tone/oră, 35 ata, 400°C;

3) livrarea cazanului ignitubular tip locomotivă de 2,8 t/h, 16 ata pentru utilizările din schelele petrolifere deoarece deşi are randament redus, satisface condiţiile foarte grele de exploatare din aceste schele; folosirea lui în instalaţii industriale nu este de loc indicată;

4) îmbunătăţirea proiectului şi construcţiei cazanului ignitubular tip locomobilă de 2 t/h, 13 ata;

5) fabricarea de oale de condens şi armăturii de calitate superioară;

6) profilarea unei întreprinderi pentru fabricarea de arzătoare şi injectoare şi dotarea ei cu standurile de probă necesare;

7) lărgirea fabricaţiei de ţevi de economizor;

8) proiectarea şi fabricarea unui număr sporit de tipuri de recuperatoare (simple, precum şi cazane recuperatoare) pentru debitele şi temperaturile cele mai uzuale studiindu-se pentru temperaturi înalte şi recupraratoare metalice;

9) îmbunătăţirea calităţii cărămizilor refractare;

10) extinderea fabricaţiei de aparate termotehnice de măsură, prin mărirea volumului şi sortimentelor, conform necesităţilor industriei, precum şi organizarea de ateliere regionale de reparaţii a acestor aparate.

I. Ministerele producătoare de combustibil să acorde o mai mare atenţie respectării condiţiilor de calitate a combustibililor (procent de steril, granulaţie etc. la cărbuni, vîscozitate la păcură etc.)

J. Ministerele să sprijine întărirea serviciilor energetice din direcţii generale şi întreprinderi, acordînd scheme de personal şi organizînd unităţile energetice spre a satisface sarcinile conform H.C.M. nr. 35/1959.

K. Oficiul de Stat pentru Energie, în colaborare cu ASIT, să întocmească regulamente cuprinzînd organizarea şi sarcinile unităţilor energetice din ministere, sfaturi populare raionale şi întreprinderi.

L. Oficiul de Stat pentru Energie în colaborare cu Comitetul de Stat pentru Muncă şi Salarii să întocmească un proiect de regulament de premiere, pe criterii energetice, a personalului energetic şi tehnologic din întreprinderi.

M. Institutul de Documentare Tehnică, în colaborare cu Oficiul de Stat pentru Energie, ASIT şi ministere să organizeze o documentare temeinică în domeniul energeticei industriale pe ramuri industriale şi pe probleme specifice.

N. Oficiul de Stat pentru Energie, în colaborare cu Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. şi cu Institutele de cercetări departamentale, folosind şi materialele consfătuirii, să elaboreze metodice pentru întocmirea bilanţurilor energetice, recuperarea resurselor energetice secundare şi normarea consumurilor specifice de energie, pe ramuri şi procese tehnologice, începînd cu industria chimică. De asemenea, să organizeze, împreună cu ASIT, tipărirea în extenso a materialelor consfătuirii şi completarea lor în timp pe bază de noi studii şi experienţe cîştigate. În plus, să se continue cu organizarea de consfătuiri ca cea de acum, pe ramuri industriale.

O. Pentru ridicarea nivelului pregătirii tehnice a personalului energetic şi tehnologic, de nivel superior, mediu şi profesional,

1) Ministerul Învăţămîntului şi Culturii să introducă în planurile de învăţămînt ale tuturor facultăţilor şi institutelor tehnice cursuri obligatorii privind gospodărirea raţională a energiei în ramura respectivă.

2) ASIT sprijinit de Oficiul de Stat pentru Energie să organizeze în centrele industriale cursuri de ridicarea a nivelului profesional al personalului energetic inferior şi mediu, precum şi pentru energeticii industriali;

3) Să se introducă autorizarea de către Oficiul de Stat pentru Energie a mecanicilor de turbine, motoare Diesel, şi a manipulanţilor de la cuptoarele industriale şi altor agregate mari consumatoare de energie;

4) Oficiul de Stat pentru Energie şi ASIT cu sprijinul Consiliului Central al Sindicatelor, să organizeze schimburi de experienţă între muncitorii şi colectivele fruntaşe în acţiunea de economisire a energiei.

5) Revistele tehnice ASIT să publice sistematic materialele privind căi practice de economisire a căldurii şi soluţii bune realizate de întreprinderi şi colective fruntaşe.

P. Comitetul de Stat al Planificării să acorde anual Ministerelor un fond cu destinaţie specială pentru procurarea din ţară şi străinătate, a aparatelor de măsură şi control necesare întreprinderilor pentru o judicioasă gospodărire a energiei. Pentru anul 1959 avînd în vedere economiile de combustibil realizate în ultimile luni, să se acorde de către Comitetul de Stat al Planificării un fond special pentru import de aparate termo-tehnice de măsură şi control.

R. Ministerul de Finanţe să reglementeze acordarea de credite întreprinderilor pentru executarea lucrărilor necesare pentru economisirea energiei, care se recuperează în maximum doi ani, după regimul azi existent pentru lucrările de mecanizare.

S. Să se întărească controlul gospodăririi raţionale a căldurii de către Oficiul de Stat pentru Energie, care să fie dotat cu forţele de muncă şi baza materială necesară.

Participanţii la consfătuire, în cinstea aniversării a 15 ani de la eliberarea ţării noastre de sub jugul fascist, îşi iau angajamentul ca fiecare la locul său de muncă să lupte pentru aducerea la îndeplinire a recomandărilor primei consfătuiri pe ţară asupra gospodăririi căldurii în industrie.

Aspecte din dezvoltarea energeticii industriale în R.P.R. după 23 August 1944

Ing. *BERNARD MARCU*
Inspector General — Oficiul de Stat pentru Energie

În cei 15 ani care au trecut de la eliberarea patriei noastre, şi energetica industrială a cunoscut mari şi serioase transformări.

Construcţia unui număr important de noi întreprinderi industriale, cum şi lucrările de modernizare şi extindere executate la întreprinderile mai vechi au impus înfiinţarea unor întreprinderi sau secţii specializate în montaje şi construcţii energetice în sectorul industrial. Cadrele de constructori şi monteuri se pot mîndri cu executări reuşite de instalaţii energetice în industrie. S-ar putea cita ca exemplu execuţia noii centrale termoelectrice de la Combinatul Siderurgic Hunedoara, staţia de conexiuni 5 kV a Fabricii de hîrtie „13 Septembrie" Buşteni, staţia laminorului de la Roman ş.a. Acestea se situează la nivelul celor mai bune lucrări executate de Trustul de Construcţii şi Montaje Energetice (T.C.M.E.).

Realizarea cu succes a planului de electrificare a ţării a făcut posibilă alimentarea din reţelele publice a consumatorilor industriali ce se amplasau în regiunile în care se extindeau reţelele de înaltă tensiune. În felul acesta, s-a limitat construcţia de centrale electrice mici şi neeconomice în fiecare întreprindere.

Au fost învinse unele concepţii învechite ale celor ce priveau cu neîncredere interconectarea şi funcţionarea în paralel, în cadrul sistemului energetic al centralelor electrice proprii. Astăzi, atît centralele electrice ale Combinatului Metalurgic Reşiţa, ale Combinatului Carbonifer Valea Jiului, ale Combinatelor Chimice de la Victoria şi Făgăraş, ale fabricilor de hîrtie, cît şi ale rafinăriilor petrolifere şi cele din alte sectoare industriale funcţionează interconectat. Pe baza experienţei proprii, energeticienii s-au convins de avantajele funcţionării în sistem. Lucrările făcute în unele centrale electrice proprii pentru ridicarea strangulărilor ce existau au permis o mai completă folosire a puterilor instalate în grupurile electrogene.

În sectorul industrial au fost date în funcţiune centralele electrice de termoficare la parametri medii ai aburului. Astfel s-au construit cu ajutorul Uniunii Sovietice centralele de la Combinatul Siderurgic Hunedoara şi de la Rafinăriile nr. 8 Dărmăneşti şi Blocul de Ulei Teleajen. Dintre celelalte centrale de termoficare citäm cele de la Combinatul Metalurgic Reşiţa, Combinatul Chimic I. V. Stalin şi Combinatul Chimic Făgăraş, dotate parţial sau integral cu echipament fabricat în ţară, centrala Fabricii de zahăr Livezi, livrată de R.D.G., centrala Uzinelor de produse sodice Ocna Mureş, livrată de R.P. Ungară şi altele.

Sînt în curs de construcţie centrale electrice industriale de termoficare la Govora, Chiscani, Suceava, Bucecea, Roznov etc.

În centralele proprii ale Fabricilor de hîrtie „13 Decembrie" Buşteni şi „Steaua Roşie" Bacău, s-au montat şi funcţionează cazane şi grupuri cu parametri înalţi ai aburului (120 ata).

O dată cu lucrările hidrotehnice destinate asigurării apei industriale pentru Combinatul Metalurgic Reşiţa s-a executat şi Centrala hidroelectrică Crăinicel, cu turbine produse la Combinatul Metalurgic Reşiţa.

Datorită ponderii importante a centralelor cu turbine cu contrapresiune sau cu condensaţie şi priză, în anul 1958 în sectorul Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei s-a realizat cel mai redus consum specific mediu anual pe ţară, la producţia de energie electrică în centrale cu turbine cu abur de 0,433 kg combustibil convenţional/kWh, iar în centralele Direcţiei Generale a Prelucrării Ţiţeiului din cadrul aceluiaşi minister s-au obţinut 0,385 kg combustibil convenţional/kWh.

Nu încape îndoială că aceşti indici vor fi sensibil îmbunătăţiţi în viitor.

Pentru alimentarea cu energie electrică a unor consumatori importanţi au fost construite la Roman, Hunedoara, Oţelul Roşu etc. staţii de transformare de 110 şi 35 kV amplasate în centrul de greutate al consumului.

Unele staţii de transformare, cum este cea de la Năvodari, sînt complet automatizate şi urmează să funcţioneze fără personal permanent de deservire.

În ultimii ani, în numeroase întreprinderi, s-a procedat la reconstrucţia şi punerea în ordine a instalaţiilor electrice de forţă şi lumină, precum şi a protecţiei prin relee. O răspîndire destul de largă au căpătat celulele metalice tip petrol.

Au fost studiate şi, în unele cazuri, introduse o serie de elemente de automatizare pe partea electrică, ce au avut ca rezultat o îmbunătăţire a alimentării cu energie electrică şi o reducere a duratei întreruperilor. Printre aceste măsuri citäm introducerea într-un număr mare de centrale electrice proprii a autosincronizării, experimentarea autopornirii motoarelor electrice, dotarea reţelelor cu dispozitive de reanclanşare automată, anclanşarea automată a rezervei etc.

În unele sectoare s-au făcut lucrări de trecere a reţelelor de distribuţie la tensiuni superioare în scopul reducerii pierderilor în reţele şi pentru

sporirea capacității de transport. S-au făcut treceri de la 220 la 380 V, de la 500 V la 1 kV și de la 3 la 6 kV.

Factorul de putere mediu anual al marilor consumatori de energie electrică alimentați din sistemele energetice a crescut de la 0,65, cît era în anul 1954, la 0,79 în 1958, întreprinderile industriale acționînd astfel în direcția reducerii pierderilor în rețelele de transport și distribuție.

Îmbunătățirea aceasta s-a obținut în special prin folosirea rezervelor interne ale întreprinderilor (aplicarea de măsuri naturale, utilizarea în regim de compensator sincron a generatoarelor vechi ce erau nefolosite etc.). În ultimii ani, s-au creat condițiile necesare pentru a se obține creșteri și mai rapide ale factorului de putere prin producerea de motoare sincrone la Combinatul metalurgic Reșița și Electroputere, de compensatoare de fază la Cooperativa „Ciocanul" Tg. Mureș și Atelierele „9 Mai" București și de condensatoare statice la Fabrica de cabluri și materiale izolante București. Problema introducerii pe scară largă a limitatorilor de mers în gol la mașinile-unelte poate fi acum rezolvată după ce „Electroaparataj" București și-a însușit producția de contactoare ce rezistă la peste 1 milion de conectări și deconectări.

În scopul stimulării unei mai bune gospodăriri a energiei electrice în industrie s-au introdus norme de consum pe unități naturale de produs sau convenționale, care cuprind circa 70% din totalul consumului industrial de energie electrică. Institutul de energetică al Academiei R.P.R. s-a ocupat de întocmirea unei metodologii pentru normarea consumului de energie electrică. Acest institut, Inspecția Energetică și unele institute departamentale au efectuat cîteva studii pentru stabilirea de norme de consum de energie electrică pe bază științifică pentru oțel electric, carbid, fire de bumbac și altele, elaborînd cu această ocazie măsuri ce trebuiau aplicate pentru a se obține reducerea consumurilor specifice de energie electrică la aceste produse.

S-a înregistrat o reducere progresivă a consumurilor specifice la unele produse. Astfel, consumul specific pe tractor etalon a scăzut de la 3 100 kWh în anul 1956 la 1 685 kWh în anul 1958; la ciment, de la 99,14 kWh/t la 93,5 kWh/t; la țesături de bumbac de la 251,8 kWh la 218,7/1 000 m².

Întreprinderile industriale au înregistrat reale progrese în reglarea curbei de sarcină a puterilor absorbite. Cu sprijinul activ al inspectorilor energetici, pe baza analizei amănunțite a regimului de funcționare a utilajelor tehnologice, s-au putut stabili grafice de funcționare care să ducă la reducerea participării întreprinderilor industriale la vîrful anual de sarcină al sistemelor energetice.

În felul acesta, întreprinderile industriale au ușurat sarcina sistemelor energetice de a face față alimentării normale a tuturor consumatorilor și au contribuit la crearea unor condiții de funcționare mai economică a centralelor electrice din sistem.

Problema reparațiilor utilajului electric a constituit una dintre preocupările întreprinderilor industriale. Pentru a se asigura o calitate corespunzătoare a reparațiilor, unele întreprinderi și-au construit standuri de probă. De asemenea, în cîteva cazuri, întreprinderile și-au confecționat sau procurat truse pentru executarea de măsurători și verificări în instalațiile electrice.

Dacă în materie de electroenergetică s-au înregistrat succese mai mari și s-a creat un climat favorabil în industrie pentru o mai bună gospodărire a acesteia, în materie de termoenergetică și pentru alte forme de energie măsurile preconizate pentru îmbunătățirea situației sînt de dată mai recentă.

Putem considera ca un început bun faptul că în cîteva proiecte de instalații a fost prevăzută instalarea de cazane recuperatoare, cum ar fi la Uzina „1 Mai" – Firiza, Uzina de acid sulfuric Năvodari, Combinatul chimic Făgăraș etc.

Au fost montate cazane recuperatoare la Combinatul chimic Făgăraș, precum și un cazan la Oțelăria Nouă de la Combinatul siderurgic Hunedoara.

Mașinile noi pentru celuloză de la Fabrica de hîrtie Zărnești sînt dotate cu instalațiile necesare pentru recuperarea căldurii aerului umed.

În întreprinderi din diferite ramuri industriale se depun eforturi pentru sporirea cantităților de condensat recuperat, cum și pentru îmbunătățirea calității apei de alimentare a cazanelor de abur.

A sporit gradul de utilizare a gazului de cocs la Combinatul siderurgic Hunedoara, prin arderea acestuia în cazanele termocentralei noi. La Combinatul metalurgic Reșița, la noile cuptoare adînci de la laminoare se folosește bigazul (un amestec de gaz de cocs și gaz de furnal), în felul acesta reducîndu-se cantitățile de gaz de furnal ce se suflau în atmosferă.

Prin introducerea automatizărilor la cuptoarele Siemens-Martin de la Oțelul Roșu s-au înregistrat scăderi apreciabile ale consumului specific de păcură la tona de oțel.

Indici superiori în utilizarea energiei s-au obținut și la alte agregate care au fost mecanizate sau automatizate.

Cu ajutorul celor două laboratoare mobile — al Direcției Generale a Gazului Metan de la Mediaș și al DGEMSI — s-au făcut unele analize calitative ale modului în care este condusă arderea în instalații de cazane de abur și la cuptoarele industriale.

Organizarea întreprinderii Termotehnica în cadrul Ministerului Industriei Grele, precum şi profilarea unor întreprinderi din cadrul Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei cum sînt A.M.C. — Otopeni şi IRMAMC Ploeşti pentru producerea de aparate de măsură şi control reprezintă un pas înainte în asigurarea unei bune gospodăriri a energiei.

Soluţiile energetice ce se adoptă marchează o tendinţă netă spre asigurarea alimentării cu căldură a întreprinderilor industriale din centrale de termoficare, într-o serie de cazuri gruparea consumatorilor (ca la Borzeşti, Ploeşti, Chiscani, Suceava etc.) permiţînd asigurarea unei alimentări centralizate.

Normele de consum — stabilite pe baze statistice — sînt în vigoare pentru circa 62% din totalul consumului de combustibil convenţional.

Începînd din ultima parte a anului 1957, în marile întreprinderi industriale s-a trecut la examinarea modului în care se utilizează energia de toate formele, întocmindu-se, sub îndrumarea directă a Inspecţiei Energetice, planuri de măsuri tehnico-organizatorice pentru economisirea energiei. În anul 1958, astfel de planuri au fost întocmite în 257 de întreprinderi. Din aceste planuri au rezultat posibilităţi de economii anuale de circa 570 000 tone combustibil convenţional, din care economia de energie electrică este de 157 milioane kWh. Existenţa unor astfel de planuri a avut un efect mobilizator în întreprinderi, după date incomplete realizîndu-se economii de circa 133 000 tone combustibil convenţional şi 40 milioane kWh.

Pentru aplicarea hotărîrilor Plenarei C.C. al P.M.R. din noiembrie 1958, în acest an s-a extins foarte mult acţiunea de întocmire a planurilor pentru economisirea energiei în întreprinderi, în acelaşi timp insistîndu-se asupra îndrumării şi sprijinirii întreprinderilor pentru punerea în practică a măsurilor stabilite.

O mare importanţă în dezvoltarea unei activităţi rodnice în gospodărirea energiei o are dotarea corespunzătoare cu cadre, organizarea şi nivelul profesional al personalului.

Numărul inginerilor electro şi termoenergeticieni ce lucrează în probleme energetice în industrie a crescut cu mult, cu toate că a continuat să fie încă insuficient faţă de nevoi. S-au înfiinţat în multe întreprinderi servicii energetice în întreprinderile de importanţă mai redusă, desemnîndu-se responsabili energetici.

Problemele organizatorice ale serviciilor energetice nu şi-au găsit încă o rezolvare adecvată. Remarcăm ca pozitiv faptul că la unităţi foarte importante cum sînt Combinatul siderurgic Hunedoara şi Combinatul metalurgic Reşiţa, s-a pus ordine în comanda operativă a producţiei şi consumului de energie electrică, precum şi al gazelor, aburului, apei, aerului comprimat şi oxigenului.

Astfel, la Combinatul siderurgic Hunedoara s-a organizat un dispecerat comun pentru energia de toate formele, iar la Combinatul metalurgic Reşiţa s-au organizat două dispecerate : unul electroenergetic şi celălalt termoenergetic. Aceste dispecerate, subordonate serviciului energeticului şef, sînt dotate cu minimul necesar de aparate şi cu o reţea de telecomunicaţii corespunzătoare. De cînd activează, acestea îşi justifică din plin existenţa.

După apariţia H.C.M. 35/1959, la Combinatul metalurgic Reşiţa, pentru a se asigura o mai bună coordonare pe linie energetică, secţia termotehnică a fost trecută în cadrul serviciului energeticului şef.

Prin şedinţe de instructaj, conferinţe şi consfătuiri, organizare de cursuri cum şi prin schimburi de experienţă, Inspecţia Energetică — uneori în colaborare cu ASIT — a contribuit la ridicarea nivelului profesional al energeticienilor din industrie, punînd în discuţia acestora cele mai actuale probleme de energetică industrială.

Astăzi cînd în întreprinderile industriale sînt în funcţiune instalaţii complexe, cu un înalt grad de tehnicitate şi automatizare, cum sînt laminorul de ţevi de la Roman, blumingul de la Hunedoara, Fabrica de relon de la Săvineşti şi altele, este necesar ca personalul energetic să-şi ridice mai repede tehnicitatea, pentru a putea asigura o exploatare corespunzătoare.

Dezvoltarea economiei naţionale pune probleme din ce în ce mai importante în faţa energeticii noastre industriale şi este o sarcină de cinste a energeticienilor industriali ca, împreună cu tehnologii, să ducă la bun sfîrşit sarcinile ce le revin.

Colaborarea Republicii Populare Romîne cu ţările socialiste frăţeşti în domeniul energiei electrice şi rolul ei în dezvoltarea electroenergeticii ţării noastre

Ing. *ANATOL SCHWEFELBERG*
Directorul Direcţiei Electrificării – M.I.G.

Instaurarea regimului de democraţie populară în ţara noastră, a deschis larg posibilităţile colaborării internaţionale frăţeşti atît cu Marea Uniune Sovietică, cît şi cu celelalte ţări care s-au smuls din cătuşele imperialismului şi au trecut la construirea societăţii noi, libere de exploatare, a societăţii socialiste.

Raporturile statornicite între ţările socialiste sînt raporturi de un tip nou, necunoscut încă în istorie, posibile numai între popoare şi state care au trecut la noi relaţii de producţie. Aceste raporturi au la bază identitatea de tip a orînduirii social-economice, comunitatea de ţeluri şi interese în urmărirea atingerii aceluiaşi obiectiv final, comunitatea ideologiei marxist-leniniste, care inspiră principiile construirii societăţii noi, unitatea monolită a partidelor comuniste şi muncitoreşti, care organizează şi conduc lupta şi munca popoarelor eliberate. În aceste raporturi se manifestă şi se împletesc internaţionalismul proletar şi iubirea fierbinte de patrie. Aceste relaţii de tip nou, înlocuind contradicţiile antagoniste care opun statele imperialiste şi grupurile monopoliste unul altuia, pun în locul lor colaborarea şi într-ajutorarea frăţească, în cadrul căreia dezvoltarea economică, socială şi culturală a fiecărei ţări constituie contribuţia ei la cauza propăşirii comune.

În ansamblul relaţiilor dintre ţările socialiste, un loc deosebit îl ocupă colaborarea economică şi tehnico-ştiinţifică. Pornind de la ajutorul reciproc în problemele concrete economice, tehnice şi ştiinţifice ale diferitelor ramuri, această colaborare se dezvoltă în direcţia statornicirii formei celei mai înalte de diviziune a muncii, diviziunea internaţională, care presupune o dezvoltare armonioasă, bazată pe cooperare, a economiei naţionale a fiecărei ţări, ţinînd seamă de resursele naturale existente şi de exploatarea lor cea mai raţională. Diviziunea internaţională a muncii permite specializarea producţiei ţărilor şi, prin aceasta, atingerea celui mai înalt ritm de dezvoltare şi a celor mai buni indici pentru economia fiecărei ţări, o dată cu satisfacerea reciprocă şi complimentară a nevoilor multilaterale ale tuturor.

Răsturnarea puterii burghezo-moşiereşti în ţara noastră şi instaurarea democraţiei populare au avut loc în condiţiile unei economii care pe lîngă înapoierea şi disproporţiile caracteristice exploatării capitaliste şi semicoloniale, suferise distrugerile provocate de războiul tîlhăresc împotriva Uniunii Sovietice. În mod deosebit, industria energiei electrice se găsea într-o stare de accentuată înapoiere, atît în ceea ce priveşte producţia totală şi pe cap de locuitor (după care ne aflam pe unul dintre ultimele locuri în Europa), cît şi ca nivel tehnic al înzestrării cu instalaţii de producere, transport şi distribuţie a energiei electrice. Cea mai mare parte a puterii instalate era concentrată în capitala ţării şi în regiunea petroliferă din Muntenia, în centrale cu caracteristici şi randamente scăzute, bazate aproape exclusiv pe consumul de combustibili superiori. Deservirea cu energie electrică a industriei, a nevoilor comunale şi a populaţiei era limitată atît de volumul restrîns al producţiei, cît şi de insuficienţa instalaţiilor de transport şi distribuţie. Singura linie de 110 kV în funcţiune lega centrala hidroelectrică de la Dobreşti cu oraşul Bucureşti. Marea majoritate a grupurilor şi centralelor existente funcţionau izolat, pe plan local, neexistînd nu numai un sistem electroenergetic naţional, dar nici măcar sisteme regionale mai închegate şi mai puternice.

Înapoierea ramurii se manifesta şi în inexistenţa unei industrii naţionale care să poată furniza echipamentele necesare dezvoltării energiei electrice. De asemenea, numărul specialiştilor cu competenţa necesară rezolvării problemelor de proiectare, execuţie şi exploatare a instalaţiilor era extrem de redus.

În aceste condiţii, rezolvarea cu succes a sarcinilor puse de partid încă de la Conferinţa naţională a P.C.R. din 1945, pentru refacerea şi dezvoltarea bazei electroenergetice a economiei, precum şi prin planul de electrificare de 10 ani, aprobat de partid şi de guvern în 1950, nu ar fi fost de conceput fără ajutorul masiv, multilateral şi dezinteresat ce ne-a fost acordat în primul rînd de statul şi poporul sovietic.

Era necesară, astfel, formarea unei unităţi puternice şi competente de proiectare, capabilă să rezolve în termen scurt sarcinile grele ale concepţiei tehnice şi proiectării unor instalaţii noi, moderne şi de mare capacitate. Institutul de studii şi proiectări energetice, a cărui organizare a început în 1949, a folosit din plin ajutorul experimentatelor institute sovietice de proiectări. Acest ajutor a fost acordat atît prin proiectele executate în U.R.S.S. ale primelor instalaţii mari, care au constituit în acelaşi timp o şcoală pentru proiectanţii noştri, cît şi prin

numeroasele consultări, expertize şi contacte directe de schimb de experienţă. Se poate afirma că I.S.P.E., care este azi o organizaţie puternică de proiectare, dispunînd de un număr mare de specialişti competenţi, nu ar fi reuşit să crească într-un termen atît de scurt fără colaborarea şi ajutorul energeticienilor sovietici.

Dezvoltarea instalaţiilor de producere a energiei electrice trebuia făcută în principal pe calea instalării unor centrale noi cu parametri ridicaţi şi cu grupuri de puteri unitare mari. Industria sovietică a furnizat ţării noastre echipamente tehnologice complete pentru o serie de centrale, cum sînt cele de la Sîn-Giorgiu, Paroşeni, Borzeşti, Ovidiu, Comăneşti, cu grupuri de puteri unitare pînă la 50 MW şi parametri aburului pînă la 100 ata şi 510°C. De asemenea, industria cehoslovacă a furnizat instalaţiile centralei termoelectrice de la Doiceşti, a cărei construcţie a permis rezolvarea unora dintre nevoile cele mai urgente de energie electrică, în condiţii tehnico-economice satisfăcătoare pentru etapa respectivă.

La execuţia lucrărilor energetice — centrale, linii şi staţii — constructorii şi montorii romîni au putut folosi din plin capacitatea şi cunoştinţele specialiştilor trimişi să ne ajute de către ţările prietene furnizoare de echipamente.

Organizarea mai bună şi mai economică a exploatării instalaţiilor existente şi a celor noi a fost puternic sprijinită atît prin consultaţiile primite din partea unor specialişti sovietici de înaltă calificare, cît şi prin bogata documentaţie tehnică pusă la dispoziţie de organele de specialitate din U.R.S.S., documentaţie care a format punctul de plecare în elaborarea instrucţiunilor şi prescripţiilor tehnice absolut necesare exploatării şi dezvoltării raţionale a instalaţiilor.

Pentru înzestrarea cu echipamente electrice a lucrărilor noi electroenergetice, precum şi a consumatorilor de energie electrică, a fost creată industria electrotehnică, ramură cu totul nouă în economia naţională. Rapida dezvoltare a acestei industrii, în decurs de numai cîţiva ani, a fost ajutată prin specializarea unui mare număr de tehnicieni şi ingineri în întreprinderile corespunzătoare sovietice, prin furnizarea de documentaţii tehnice, procese tehnologice, aparate şi maşini, prin consultaţii cu caracter tehnic şi organizatoric.

Astăzi, cînd cea de-a 15-a aniversare a eliberării patriei noastre constituie un moment de trecere în revistă cu legitimă mîndrie a importantelor realizări obţinute pe calea construcţiei economiei socialiste, trebuie să subliniem faptul că pentru atingerea nivelului obţinut în dezvoltarea ramurii energiei electrice, nivel care constituie o bază solidă pentru dezvoltarea în proporţii mult mai mari în viitorul apropiat, o contribuţie de mare însemnătate a adus-o colaborarea cu ţările socialiste, şi în primul rînd ajutorul acordat de Uniunea Sovietică. Lichidînd rapid înapoierea tehnică moştenită, ţara noastră a putut ajunge la nivelul de ţară exportatoare de echipamente energetice şi electrotehnice, începînd prin aceasta să-şi aducă contribuţia sa la dezvoltarea altor ţări; mărturie pentru aceasta stau centralele electrice furnizate Chinei populare, precum şi motoarele electrice, transformatoarele şi aparatele livrate unei serii de ţări.

Dezvoltarea rapidă a economiei tuturor ţărilor socialiste şi, în particular, a industriei electroenergetice, a pus la ordinea zilei problema ridicării la un nivel mai înalt a colaborării dintre ele. La scurtă vreme după înfiinţarea sa, Consiliul de Ajutor Economic Reciproc a hotărît formarea unei comisii permanente de colaborare economică şi tehnico-ştiinţifică în ramura energiei electrice. Acestui organ i-au fost încredinţate, la început, sarcini legate de schimbul de experienţă, de informaţii ştiinţifice şi tehnice, de coordonare a cercetărilor şi difuzare a celor mai bune rezultate, de studiere în comun a problemelor interesînd mai multe ţări. Pe primul plan a fost pusă problema coordonării şi corelării studiilor pentru amenajarea complexă şi în primul rînd hidroenergetică a marilor resurse pe care le oferă fluviul Dunărea în toate sectoarele sale care interesează ţările membre CAER. În decursul a circa trei ani, comisia a coordonat lucrările importante de cercetări, studii şi proiectări întocmite de organele de specialitate ale ţărilor membre. În curînd, studiul de ansamblu întocmit de comisie va putea fi pus la dispoziţia acestora, creîndu-se astfel baza necesară pentru adoptarea unor hotărîri corespunzătoare. Este limpede că numai colaborarea organizată şi eficientă în cadrul C.A.E.R. a făcut posibilă întocmirea unei lucrări de o astfel de anvergură. Aceasta interesează în mod deosebit ţara noastră, pentru care posibilităţile de amenajare a sectorului corespunzător al Dunării reprezintă una dintre rezervele energetice de prim rang, atît prin volum cît şi prin economicitatea ridicată. Institutul de Studii şi Proiectări Energetice a dat şi dă o contribuţie simţitoare la întocmirea lucrării generale, prin elaborarea studiilor referitoare la sectorul ce ne interesează, precum şi prin colaborarea la sintetizarea diferitelor materiale.

Apreciind această contribuţie, Comisia C.A.E.R. pentru energia electrică a hotărît să încredinţeze R.P.R. conducerea secţiei permanente pe care a format-o pentru centrale hidroelectrice şi căreia i-a dat în principal sarcina definitivării studiului amenajării complexe a Dunării.

Dezvoltîndu-şi activitatea în direcţia formelor superioare de colaborare, Comisia permanentă C.A.E.R. pentru energia electrică şi-a înscris în programul său studierea problemei de largă anvergură a interconectării sistemelor energetice ale ţărilor socialiste din Europa. Punerea

pe ordinea de zi a acestui studiu are la bază, pe de o parte, terminarea în linii generale a formării sistemelor naționale unice ale țărilor socialiste și creșterea considerabilă a puterii lor, ceea ce creează condițiile necesare pentru obținerea unor avantaje economice și de exploatare importante, prin interconectări între sisteme; pe de altă parte, studiul interconectării este destinat să pună în evidență modul cel mai eficient în care țările care dispun de resurse energetice mai bogate pot, în condiții economice reciproc avantajoase, să ajute la acoperirea balanței energetice a țărilor mai sărace în resurse. Studiile întocmite pînă acum în acest domeniu au putut servi ca punct de plecare pentru încheierea unor acorduri bilaterale corespunzătoare. În mod particular trebuie subliniat acordul intervenit în 1958 între țara noastră și Republica Cehoslovacă, în conformitate cu care urmează a se construi în R.P.R., pe bază de colaborare, centrale termoelectrice cu o putere totală de 600 MW, iar R.P.R. va livra anual C.S.R. din sistemul său energetic circa 2 miliarde kWh energie. Prevederile acestui acord pot fi considerate ca importante pentru ambele țări, atît prin volumul lor, cît și prin avantajele reciproce care decurg din ele, care constau, pentru țara noastră, în accelerarea ritmului de dezvoltare a industriei energetice prin cooperarea cu o industrie producătoare de echipamente de prim rang, iar pentru Republica Cehoslovacă în asigurarea acoperirii raționale a unei părți din nevoile sale de energie electrică. O dată cu realizarea prevederilor acordului, sistemele energetice naționale ale R.P.R. și C.S.R. vor fi legate printr-o puternică linie de foarte înaltă tensiune.

Studiile referitoare la oportunitatea realizării și a altor interconectări între sistemele țărilor membre sînt în prezent în curs de desfășurare în cadrul Comisiei permanente C.A.E.R. pentru energia electrică.

O problemă de mare însemnătate pentru dezvoltarea viitoare a electroenergeticii țărilor socialiste o formează adoptarea în lucrările noi a soluțiilor tehnice celor mai moderne și mai economice. Colaborarea dintre țări constituie și în acest domeniu un mijloc de o mare eficacitate pentru obținerea în termen scurt a celor mai bune rezultate. În cadrul C.A.E.R., comisiile permanente pentru energia electrică și pentru construcția de mașini corelează eforturile tuturor țărilor pentru stabilirea caracteristicilor optime ale echipamentelor energetice și coordonarea producției acestora. Astfel, se creează baza concretă ca și acele țări în care nu este rațional să se dezvolte producția proprie de instalații — cazane și turbogeneratoare, grele și foarte grele — să aibă posibilitatea să realizeze centralele noi cu echipamentele cele mai moderne. Pentru țara noastră, colaborarea strînsă cu țările socialiste face posibil ca pentru toate centralele termoelectrice importante ce se vor instala sau extinde în următorii șase ani să se prevadă unități cu debite și puteri ridicate (330—420 t/h la cazane, 50—100 MW sau chiar mai mult la turbogeneratoare), cu parametri înalți ai aburului (140 ata, 570°C). Instalarea unor grupuri de puteri unitare ridicate — 50 MW —, prevăzute cu posibilități de prelevare a aburului pentru termoficarea industrială și urbană, constituie de asemenea o prevedere importantă în condițiile R.P.R., unde dezvoltarea rapidă a industriei chimice lărgește considerabil cererea de căldură pentru nevoi tehnologice și face deosebit de oportună termoficarea industrială, iar termoficarea urbană a unor localități este destinată să conducă la importante economii absolute de combustibil de formă superioară, gaz metan, păcură și lemne de foc. Toate acestea vor contribui la ieftinirea investițiilor industriale și la reducerea consumurilor specifice de combustibil.

În aceeași categorie trebuie menționate studiile întreprinse coordonat de către țările socialiste în vederea alegerii comune a celor mai raționale trepte de tensiuni pentru sistemele electroenergetice, precum și a stabilirii și specializării producției celui mai perfecționat aparataj corespunzător.

Colaborarea economică și tehnico-științifică a țărilor socialiste constituie, pentru ramura energiei electrice, ca și pentru toate celelalte ramuri ale economiei, un factor de bază pentru asigurarea dezvoltării într-un ritm înalt, cu mult superior celui al țărilor capitaliste.

Prin această colaborare se asigură condițiile obiective ale înfăptuirii tezei de istorică însemnătate a Congresului al XXI-lea al P.C.U.S. — congresul constructorilor comunismului — cu privire la trecerea aproximativ simultană a țărilor socialiste la comunism.

Activitatea energetică în sprijinul dezvoltării industriei extractive a ţiţeiului

Ing. *TOMA A. COMĂNESCU*
Energetic şef – M.I.P.Ch.

Industria petroliferă a luat un mare avînt şi se dezvoltă într-un ritm viu pe principiul modernizării proceselor tehnologice în toate sectoarele de activitate.

La această dezvoltare a contribuit într-o măsură importantă şi factorul energetic, în asigurarea electrificării şantierelor — baza desfăşurării unei activităţi de mare productivitate în foraj, extracţie şi prelucrarea ţiţeiului —, în asigurarea altor forme de energie şi în asigurarea unui sistem de telecomunicaţii la nivelul gradului de operativitate specific activităţii petrolifere.

Din dinamica realizărilor în diferite domenii rezultă evident — pentru ultimii ani, care marchează cotitura de redresare a industriei petrolifere după cel de-al doilea război mondial — paşii măreţi efectuaţi în sectorul energetic, concretizaţi prin rezultatele obţinute în primul plan cincinal şi în curs de desfăşurare în cel de-al doilea plan cincinal.

Industria extractivă a ţiţeiului apare în prezent ca unul dintre importanţii consumatori de energie electrică, atît prin ponderea ce o reprezintă în rîndul consumatorilor industriali, cît mai ales prin aspectele speciale necesitate de siguranţa în alimentare şi calitatea energiei electrice.

Repartizarea consumului de energie electrică pe diferitele activităţi ale industriei extractive a ţiţeiului se prezintă astfel:

- foraj 10,02% ;
- extracţie ţiţei 46,40% ;
- pompare ţiţei 7,64% ;
- activităţi auxiliare 35,94%.

Extinderea electrificării şantierelor petrolifere, reducerea consumurilor specifice de energie electrică, îmbunătăţirea factorului de putere, mărirea siguranţei de funcţionare şi automatizarea procesului de producţie sînt sarcini permanente care stau în atenţia energeticienilor din sectorul petrolifer şi a căror îndeplinire întîmpină uneori dificultăţi deosebite, în comparaţie cu alte industrii, datorită întinderilor mari pe care sînt răspîndiţi receptorii electrici şi condiţiilor grele în care aceştia sînt puşi să lucreze.

1. Folosirea energiei electrice pentru acţionările în forajul sondelor şi extracţia ţiţeiului este fără îndoială cea mai convenabilă, nu numai ca o consecinţă a costului mai redus pe unitatea de producţie, ci şi a eficienţei acesteia, în comparaţie cu acţionarea prin motoare cu gaze, motoare Diesel sau prin maşini cu abur.

Electrificarea instalaţiilor de foraj reduce cu mult cheltuielile de întreţinere, uşurează procesul de producţie şi asigură viteze mari de lucru la un randament mai ridicat.

Dacă facem o comparaţie între costul unei instalaţii de foraj în unitatea de timp (grafic-lună) în cazul acţionării instalaţiei cu abur, motoare Diesel şi energie electrică, se stabileşte aproximativ raportul 1 : 0,85 : 0,77.

Rezultă, deci, că în cazul cînd întreg volumul de foraj de exploatare şi 50% din cel de explorare s-ar fora electric — ipoteză pentru care există condiţii de realizare prin dezvoltarea electrificării — economiile realizate ar fi importante.

În ceea ce priveşte folosirea altei energii decît cea electrică, la extracţia ţiţeiului prin pompaj nu se poate face comparaţie, deoarece extracţia ţiţeiului ar deveni nerentabilă în numeroase cazuri, avîndu-se în vedere numărul mare de unităţi de pompaj, de putere relativ mică, răspîndite pe un teritoriu întins.

De aici reiese importanţa pe care o are electrificarea şantierelor petrolifere pentru economia naţională, fără a mai considera că o dată cu aceasta se creează şi baza pentru electrificarea regiunilor în care se extind exploatările petrolifere.

Mergînd pe această cale, s-a dus o acţiune susţinută pentru electrificare.

Puterea instalată astăzi în receptorii electrici este de peste 200 000 kW, iar premisele dezvoltării în perspectivă a industriei petrolifere reclamă o creştere continuă.

Au fost extinse electrificările în regiuni noi petrolifere, ca Moldova, Piteşti-Vest, Tg. Jiu, Băbeni—Rîmnicu Vîlcea etc. prin construirea de racorduri la sistemele naţionale de 110 kV sau regionale de 35 kV, prin staţii de transformare de 110/35/6 kV, 35/6 kV şi în viitor 35/15/6 kV.

Introducerea distribuţiei la tensiunea de 6 kV în şantierele petrolifere a avut un rol determinant în modernizarea instalaţiilor de foraj, deoarece a făcut posibilă folosirea directă a motoarelor electrice de puteri mari pentru acţionarea pompelor de noroi la foraj, a pompelor din staţiile de injecţie şi a celor de alimentare cu apă a şantierelor.

Totuşi, există motive pentru care distribuţia la tensiunea de 6 kV trebuie luată în discuţie, deoarece raza de acţiune a acesteia este limitată la 8—10 km, ceea ce nu mai corespunde cerinţelor actuale de exploatare, iar pierderile în reţele devin mari.

Se pune problema folosirii unei tensiuni superioare acesteia, şi anume tensiunea de 15 kV,

prin staţii centrale de 35/15/6 kV, care ar asigura şi o bază pentru electrificările rurale, în 15 kV.

Alimentarea receptoarelor din instalaţii se va face în acest caz prin transformatoare cu trei înfăşurări, şi anume de 15/6/0,5 kV, tensiunile de utilizare fiind 6 şi 0,5 kV.

Un aport deosebit de preţios la lucrările de electrificare s-a adus prin construirea staţiilor de transformare de tip transportabil de 6/0,5, 15/0,5 şi 25/0,5 kV şi putere de 500 —1 000 kVA.

În prezent se pune problema construirii staţiilor de transformare transportabile de 35/15/6 kV — 2 × 3 200 kVA, ceea ce va reduce considerabil timpul necesar pentru lucrările de electromontaj.

2. În ceea ce priveşte consumurile specifice de energie electrică determinate în mod ştiinţific se constată o reducere progresivă de la an la an.

Astfel, dacă comparăm consumurile specifice rezultate în anul 1958 cu cele rezultate în trimestrul I 1959 — deşi nu pot fi concludente pentru întregul an — se constată următoarele reduceri, pe activităţi :

— foraj 28,4% ;
— extracţie ţiţei 3,12% ;
— pompare ţiţei 0,21% ;
— activităţi auxiliare 13%.

Asigurarea reducerilor de mai sus s-a făcut prin analizarea proceselor tehnologice, îmbunătăţirea factorului de putere şi micşorarea pierderilor, prin raţionalizarea liniilor de distribuţie de joasă tensiune şi înaltă tensiune.

Întregul proces de consum de energie electrică este urmărit pe bază de norme de consum specific, începînd cu anul 1955.

3. Problema factorului de putere este una dintre principalele preocupări ale energeticienilor din sectorul petrolifer.

Dacă în anul 1956 factorul de putere mediu pentru industria extractivă a ţiţeiului a fost 0,54—0,56, în prezent valoarea acestuia s-a ridicat pînă la 0,76, existînd întreprinderi care au realizat un factor de putere mediu de 0,8—0,84.

Îmbunătăţirea factorului de putere, pe lîngă faptul că a redus considerabil pierderile în reţelele de distribuţie şi transformatoare, a făcut posibilă eliberarea unei puteri de circa 18 000 kVA, care a fost redată sistemului energetic republican spre a fi utilizată la electrificări de noi regiuni.

Căderile de tensiune au fost de asemenea ameliorate, ceea ce a contribuit la mărirea siguranţei în funcţionare a instalaţiilor. În acţiunea dusă pentru îmbunătăţirea factorului de putere s-a recurs în general la următoarele mijloace :

a) Măsuri tehnico-organizatorice, al căror efect este totuşi limitat, deoarece, atît pentru acţionarea instalaţiilor de foraj, cît şi a unităţilor de pompaj de adîncime, este necesar să se menţină în funcţiune motoare de putere mult mai mare decît puterea medie la care acestea sînt încărcate, din cauza operaţiilor speciale care intervin în procesul tehnologic. Dintre măsurile eficace care s-au aplicat amintim următoarele :

— funcţionarea unui singur motor la troliul de foraj, pînă la o anumită adîncime a sondei, cum şi alegerea puterii celei mai indicate, ţinînd seamă riguros de cinematica instalaţiei şi adîncimea sondei ;

— echilibrarea unităţilor de pompaj de adîncime ;

— comutarea bobinajelor din stea în triunghi la motoarele subîncărcate ;

— înlocuirea motoarelor şi transformatoarelor supradimensionate cu unităţi de putere corespunzătoare, reducîndu-se astfel puterea instalată la transformatoare şi motoare electrice.

Se constată că prin luarea măsurilor tehnico-organizatorice care sînt posibile a se aplica în instalaţiile petrolifere nu se poate ajunge la o mărire substanţială a factorului de putere, valoarea medie a acesteia neputînd să depăşească 0,60—0,62.

b) Eficienţa cea mai mare a avut-o compensarea artificială, aplicîndu-se următoarele măsuri :

— compensarea prin montarea de condensatoare electrostatice în baterii centrale, la tensiunea de 0,5 şi 6 kV, cum şi compensarea individuală a motoarelor electrice asincrone. Au fost efectuate măsurători privind circulaţia de energie reactivă şi determinate punctele unde compensarea devine cea mai eficace. În total s-au montat pînă în prezent condensatoare electrostatice, a căror putere înglobează circa 14 500 kVA ;

— compensarea energiei reactive a motoarelor electrice sincrone de 360 kV—6 kV, cu ajutorul excitatricelor trifazice montate în circuitul rotoric al motoarelor. În cursul anului 1958, au fost montate experimental un număr de opt bucăţi excitatrice trifazice la motoarele din instalaţiile de foraj şi staţiile de pomparea apei, obţinîndu-se rezultate favorabile, ceea ce ne îndreptăţeşte să afirmăm că sistemul trebuie extins şi aplicat chiar şi la motoarele de 190—210 kW ;

— compensarea prin montarea motoarelor sincrone în locul celor asincrone, pentru acţionarea acelor mecanisme la care nu se cere reglarea turaţiei, la care nu intervin şocuri mari de sarcini, cuplul de pornire este cel mult egal cu cel nominal, iar numărul de porniri este relativ redus.

Astfel de mecanisme care se pretează a fi acţionate cu motoare sincrone sînt pompele de noroi din instalaţiile de foraj şi pompele de apă din staţiile de injecţie.

În cursul anului 1958 au fost montate experimental 9 bucăţi motoare sincrone de 150 kW

la tensiunea de 0,5 kV, pentru antrenarea pompelor de apă de capacitate mică, obținîndu-se rezultate bune. În cursul anului 1959 se vor monta 10 bucăți motoare sincrone de cîte 400 kW, la tensiunea de 6 kV, pentru antrenarea pompelor triplex din instalațiile de foraj, preconizîndu-se ca pe viitor instalațiile de foraj de adîncime să fie echipate cu cîte un motor asincron de 360 kW și unul sincron de 400 kW, alimentate la tensiunea de 6 kV. În felul acesta se va ajunge la un factor de putere ridicat în instalațiile electrice de foraj.

4. Mărirea siguranței în funcționare a instalațiilor electrice din industria petroliferă este un factor important în acțiunea dusă pentru reducerea pierderilor de producție și înlăturarea accidentelor tehnice, în special de foraj.

Durata întreruperilor în alimentarea cu energie electrică a fost redusă în mod simțitor, prin aplicarea reanclanșărilor automate a liniilor de transport, cum și a liniilor electrice care alimentează receptoarele cu caracter vital.

Nu a fost extinsă în suficientă măsură reanclanșarea automată a receptoarelor electrice importante și împărțirea lor pe grupe, în funcție de importanța pe care aceștia o prezintă în procesul de producție, din lipsa de întreruptoare automate echipate cu mecanisme de declanșare și reanclanșare automată temporizată, la scăderea sau dispariția tensiunii.

— În trecut, protecția contra supratensiunilor de origină atmosferică era practic inexistentă, ceea ce conducea la un număr mare de avarii, cu consecințe asupra producției.

— Lupta contra întreruperilor cauzate de descărcările atmosferice a fost dusă prin montarea de descărcătoare cu rezistență variabilă la toate posturile de transformare și a paratrăznetelor Franklin, la posturile mai importante.

— Construirea de linii electrice cu caracter magistral pe stîlpi de beton, în locul stîlpilor de lemn, a contribuit de asemenea în mare măsură la mărirea gradului de siguranță în funcționarea sistemului energetic.

5. Automatizarea și perfecționarea instalațiilor electrice din sectorul petrolifer deschid posibilități largi pentru ușurarea procesului de producție și reducerea prețului de cost.

În extinderea automatizării și controlului centralizat al proceselor tehnologice se au în vedere operații de automatizare în extracția țițeiului, controlul centralizat al extracției gazului metan, telecontrol și telecomenzi în transportul țițeiului și gazelor, telecontrol și telecomenzi în procesul de forare a sondelor de țiței și gaze.

— De asemenea, pe linia tehnicii noi, trebuie menționată instalația electrică pentru curățirea țițeiului — concepția ing. Corneliu Nicodănescu, — prin aplicarea căreia s-au obținut economii considerabile, putînd fi valorificate chiar țițeiurile de calitate inferioară. În prezent, funcționează în țară șapte instalații de acest fel, de diferite capacități.

Cuplajul electromagnetic — lucrare preconizată de ing. I. Huhulea —, în curs de experimentare, va avea o valoare importantă în modernizarea instalațiilor de foraj.

Pe baza rezultatelor obținute pînă în prezent și a premiselor create în țara noastră pentru dezvoltarea tehnicii, este neîndoielnic că energetica petroliferă va urma fidel modernizarea și îmbunătățirea continuă a tehnologiei industriei extractive a țițeiului.

Posibilități și perspective de utilizare energetică a radiației solare

Ing. *MARCEL BIENER*

Creșterea continuă a nevoilor de energie ale omenirii și cantitatea limitată de resurse energetice primare clasice fac din problema alimentării cu energie o preocupare de seamă a energeticii moderne.

Într-adevăr, după calculele cele mai optimiste, rezervele geologice de combustibili fosili ar mai ajunge pentru circa 100 ani. Cum însă după diverși autori ritmul de creștere al nevoilor de energie este de 2—3% pe an, această perioadă se reduce considerabil.

Combustibilii fosili formează în prezent peste 80% din resursele energetice primare [1].

O ieșire din acest impas o constituie utilizarea în scopuri pașnice a energiei nucleare, care va trebui să intre în următoarele decenii ca un factor integrant în balanța energetică mondială. De altfel, rezervele de combustibili nucleari sînt suficiente pentru a acoperi încă multe secole nevoile de energie ale omenirii.

Lumea dispune însă și de o altă resursă energetică uriașă și practic inepuizabilă — energia radiației solare.

Într-adevăr, globul pămîntesc primește într-un an de la soare o cantitate de energie echivalentă cu 58.10^{16} kWh, care este de 20 mii ori mai

mare decît toate resursele energetice folosite în prezent, iar după cele mai recente evaluări durata radiației solare este de cel puțin 100 miliarde de ani de acum înainte, în timp ce toate stocurile de combustibili clasici cunoscute echivalează cu trei zile de radiație solară [2].

Energia radiației solare prezintă o serie de avantaje însemnate, care o fac să fie deosebit de prețioasă pentru utilizarea atît energetică, cît și tehnică, ca și în scopuri de cercetare științifică. Pentru a ilustra aceasta, este suficient de a enumera unele din caracteristicile principale ale acestei resurse energetice :

— potențialul uriaș și practic inepuizabil;
— posibilitatea de producere chiar la locul de utilizare, ceea ce atrage după sine dispariția transportului de energie;
— posibilitatea de a obține forme de energie calitativ superioare față de trecerea prin treaptă intermediară de transformări termice, legate de randamentul ciclului termic;
— posibilitatea de a obține temperaturi ridicate și foarte ridicate, care permit obținerea în stare pură a tuturor metalelor și a multor combinații chimice foarte greu fuzibile, ca și efectuarea unor cercetări la temperaturi înalte în medii diverse;
— acțiunea de accelerare a proceselor foto și biochimice.

Cu toate aceste caracteristici deosebit de favorabile, ce nu sînt egalate de nici o altă resursă primară de energie și cu toate că din cele mai vechi timpuri se cunosc încercări izolate de utilizare sub o formă sau alta a radiației solare, pînă în prezent și probabil că nici într-un viitor prea apropiat nu se poate întrevedea ca radiația solară să fie utilizată energetic la o scară care să-i permită să preia o parte sensibilă din consumul mondial de energie.

Cauza acestei stări trebuie căutată în însăși natura radiației solare, și anume în caracterul său dispers și periodicitatea sa.

Aceste caracteristici negative ale radiației solare constituie impedimentul principal pentru o utilizare energetică a sa și în stadiul actual al tehnicii ele sînt încă de neînvins.

Față de această situație, pentru utilizarea energetică a energiei radiației solare trebuie rezolvate două probleme fundamentale :

a) concentrarea energiei solare și transformarea sa directă într-o formă superioară de energie;
b) acumularea energiei într-o formă oarecare, în cantități suficiente pentru a acoperi perioadele de lipsă de radiații solare.

În ultimele decenii au apărut mulți entuziaști, oameni de știință de pe toate părțile globului, care cred și luptă pentru găsirea unor mijloace și posibilități de a îmbogăți omenirea cu această resursă uriașă de energie. În prezent, utilizarea energiei radiației solare este studiată în 27 de țări, printre care : U.R.S.S., S.U.A., Anglia, Italia, Franța, R.F.G., Japonia, India, Brazilia, Israel etc.

Direcțiile principale în care se orientează în prezent cercetările privind utilizarea energiei solare sînt dictate atît de multiplele posibilități de utilizare a energiei radiației solare, cît și de problemele tehnice pe care le pune această utilizare.

Se duc cercetări intense și s-au obținut rezultate interesante în următoarele direcții :

— transformarea energiei radiației solare în căldură la diverse potențiale;
— transformarea directă a energiei radiației solare în energie electrică;
— utilizarea energiei radiației solare pentru procese fotochimice și de fotosinteză;
— posibilitatea de acumulare economică și cu un randament ridicat a energiei;
— găsirea unor materiale și mijloace eficiente pentru ridicarea randamentului de utilizare a energiei radiației solare.

Să analizăm pe rînd esența acestor cercetări și rezultatele practice obținute pînă în prezent.

Cea mai veche preocupare o formează realizarea de căldură din energia radiației solare și folosirea acestei călduri pentru scopuri de încălzire — casnice, distilarea apei, încălzirea și climatizarea locuințelor — producerea de frig, obținerea de lucru mecanic prin intermediul aburului sau aerului cald, ca și pentru realizarea unor procese pirotehnologice la temperaturi foarte înalte (de ordinul 3 000—3 500°C).

Căldura se obține în aparate și instalații foarte diverse, de la cele mai simple cutii calde în care se utilizează efectul de seră pentru încălziri la potențial coborît, pînă la sisteme optico-mecanice mari și instalații cu oglinzi parabolice, parabolo-cilindrice și plane de suprafețe impresionante (în U.R.S.S. s-a proiectat o centrală helioenergetică avînd o suprafață a oglinzilor de circa 20 000 m²). Randamentele acestor instalații variază între 30—70%.

De dată mai recentă sînt cercetările îndreptate spre transformarea directă a energiei radiației solare în energie electrică. Transformarea are loc pe baza principiului termoelectric cînd se realizează prin cupluri termoelectrice sau a principiului fotoelectric, prin celule fotoelectrice. În ambele cazuri randamentele sînt foarte reduse (de ordinul 2—5%) cu o singură excepție, a unei baterii solare cu semiconductori bazată pe principiul fotoelectric, construită de către Bell Telephone Company care a ajuns la un randament de 11%.

Utilizarea efectului fotochimic constă în transformarea fotonilor radiației solare în energie chimică și a acesteia în energie electrică, fără a se trece printr-o transformare termică. Un pas important s-a făcut în această direcție prin fotoliza apei în prezența ionilor de oxid de ceriu.

În fotosinteză energia solară este acumulată cu ajutorul clorofilei în urma reacției la care din apă și CO_2 se formează hidrați, adică substanțe organice. Reacția chimică ce are loc poate fi scrisă schematic sub forma :

$$CO_2 + H_2O + \text{clorofilă} + \text{lumină} = (H_2CO) + O_2 + \text{clorofilă}$$

Cercetările în această direcție s-au axat îndeosebi pe utilizarea unor plante acvatice (de tip Chlorella) a căror creștere este foarte accelerată sub acțiunea razelor solare. Plantele

urmează apoi un ciclu de fermentare mecanică, gazele degajate fiind utilizate într-o turbină cu gaze, după schema din fig. 1 [3].

Este de remarcat că metodele fotochimice de utilizare a energiei radiației solare permit o acumulare a acesteia.

Problema acumulării energiei obținută din radiația solară, de capitală importanță tocmai

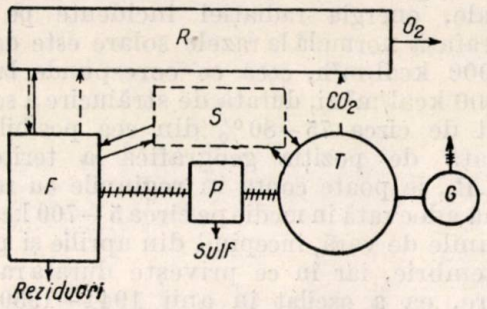


Fig. 1:

R – tuburi din mase plastice cu culturi de chlorella la 40°C;
F – fermentație metanică 20 ... 50 at, 60°C;
P – îndepărtarea H_2S;
T – turbină cu gaz; intrare 750°C, ieșire 60°C;
G – generator electric;
S – schimbător de căldură;
==== suspensie de plante; 3% substanță solidă; ---- soluție de alimentare; ////////// gaze de fermentație.

datorită caracterului periodic al său, nu a fost încă rezolvată, găsirea unei soluții tehnic și economic favorabilă fiind și în viitor una din problemele cheie pentru posibilitatea de utilizare energetică a radiației solare.

În ce privește materialele necesare pentru utilizarea energiei radiației solare (îndeosebi prin transformarea sa directă în energie electrică) s-a făcut în ultimii ani un pas important prin cercetarea și folosirea noii clase de materiale semiconductoare. Costul acestor materiale este în prezent încă foarte ridicat, iar obținerea lor în stare pură sau în formă de monocristale este încă foarte dificilă. Nu trebuie să se piardă însă din vedere că acum mai puțin de un secol aluminiul era considerat ca un metal minune și cotat la prețul platinei. Fără îndoială că procedeele moderne ale metalurgiei nu vor mai necesita un secol pentru a face ca materialele semiconductoare să devină accesibile pentru scopuri comune.

Perspective

Cu toate că au fost înregistrate încă din cele mai vechi timpuri unele încercări izolate de utilizare a energiei radiației solare, despre o preocupare sistematică și intensă în această direcție nu se poate vorbi decît începînd de după primul război mondial.

Perspectivele pe care le are de acum înainte utilizarea acestei uriașe resurse de energie sînt ilustrate în mod edificator de un fapt menționat în istoria științelor [4].

În anul 1820 renumitul savant Ampère voia să reproducă în fața colegilor săi de la Academia Franceză celebrele experiențe ale lui Oersted. Cînd după închiderea circuitului electric echipajul mobil nu a mișcat, Ampère s-a surprins suflînd ușor pe aparat pentru a-l demara. Această întîmplare — fie ea adevărată sau nu — arată ordinul de mărime al forțelor electromagnetice care reținеau pentru prima oară atenția savanților acum un secol și mai bine.

Cînd se vorbește astăzi de captarea energiei solare cu celule fotoelectrice în perspectivă să înlocuiască în viitor resursele de energie clasice, unele spirite „pozitive" se reține cu greu ca să nu dea din umeri, în timp ce „vizionarii" dau din toată inima acel suflu simbolic care va anima o tehnică nouă, căreia i se poate prezice un viitor strălucit.

Într-adevăr, în stadiul actual al științei și tehnicii este puțin probabil ca să se realizeze acel salt calitativ necesar pentru a putea utiliza la scară acceptabilă energia radiației solare. Fără îndoială însă că acest potențial uriaș va găsi mereu noi entuziaști care să încerce să învingă barierele ce stau astăzi în fața acestei utilizări.

În privința direcțiilor de utilizare a energiei radiației solare părerile sînt împărțite, dîndu-se preferință îndeosebi transformării directe în energie electrică și obținerii de energie prin procese de fotosinteză. Aceasta din urmă prezintă avantajul că permite o acumulare a energiei produse.

Ar fi interesant de citat aici cîteva păreri ale unor oameni de știință asupra utilității și perspectivelor de folosire energetică a radiației solare.

Fr. Joliot Curie, vorbind despre resursele energetice viitoare ale omenirii, spunea:

„După părerea mea atenția cea mai mare o merită utilizarea directă a radiației solare ce cade pe pămînt. Dacă s-ar putea utiliza cu utilajul corespunzător numai 10% din radiația solară ce cade pe o suprafață egală cu Egiptul, cantitatea de energie astfel obținută ar fi egală cu aceea ce se produce în prezent în toate țările.

Mi se pare că metoda cea mai eficientă de utilizare a radiației solare ar fi fotosinteza în masă a substanțelor ce conțin carbon, cu ajutorul unor substanțe similare cu clorofila plantelor".

Prof. *V. A. Baum*, dr. în Științe Tehnice, de la Institutul Energetic al Academiei de Științe a U.R.S.S., vorbind despre stadiul utilizării practice a energiei solare și perspectivele posibile, spune printre altele [1]:

„Din rapoartele randamentelor, costului de fabricație și cheltuielilor de exploatare ale diferitelor instalații pentru utilizarea energiei solare, rezultă că în prezent sînt utilizabile practic numai acele instalații la care radiația solară se transformă în căldură, care se folosește apoi pentru obținerea formei de energie necesară, de exemplu electrică. La nivelul actual al tehnicii această cale este cea mai favorabilă și probabil că pentru consumatorii de căldură ea va rămîne și în viitor cea mai favorabilă. În ultimul timp s-au obținut succese importante în domeniul fotoelementelor și nu este exclus ca această cale să fie favorabilă pentru obținerea energiei electrice.

Generatoarele termoelectrice solare combinate cu oglinzi concentratoare ale razelor solare pot fi favorabile datorită simplității acestei scheme de transformare a radiației solare

în energie electrică. De pe acum aceste instalații cu o putere sub 1 kW pot avea un randament mai ridicat decît instalațiile de forță termice solare de aceeași putere.

Pe măsura consumării resurselor de energie epuizabile și a elaborării metodelor de utilizare a energiei solare, aceasta va fi utilizată în viitor în ritm mereu crescînd. La punerea unor probleme la scară cosmică, bunăoară schimbarea regimului termic al solului în scopuri agricole pe întinderi mari de pe suprafața pămîntului, schimbarea condițiilor climatice în diversele regiuni de pe pămînt, îmbunătățirea climatului întregului glob pămîntesc, se poate conta numai pe energia radiațiilor solare".

F. Daniels, trăgînd concluziile la simposionul din anul 1953 de la Universitatea din Wisconsin, S.U.A., constată că [3]:

„Probabil că la toți participanții s-a întărit impresia că încălzirea solară a prins viață, că în curînd va fi utilizată distilarea solară a apei de mare, că motoare solare eficiente vor mai fi mult timp prea scumpe și că speranțele de viitor legate de utilizarea energiei solare constau în dezvoltarea fotochimiei și în transformarea directă a energiei solare în energie electrică".

Prof. dr. *I. Blum*, de la Institutul Politehnic București, referindu-se la resursele energetice de viitor, scrie [5]:

„Captarea căldurii solare, sursa energetică primară și utilizarea ei ca sursă termoenergetică directă, fără intermediul condensatoarelor naturale biochimice sau mecanice, care alcătuiesc forme energetice secundare, se face astăzi pe scară modestă; metodele nefiind corespunzătoare, ea nu are importanță tehnică. Este de prevăzut că în viitor captarea directă a căldurii solare, deci a sursei energetice primare, va ocupa un loc preponderent și va constitui probabil cel mai important aspect tehnic de valorificare energetică; în domeniul realizării unor concepții tehnice corespunzătoare ea va lăsa în umbră toate celelalte surse termoenergetice".

Numărul de personalități științifice care se pronunță și care cred în posibilitățile viitoare de utilizare a energiei radiației solare este impresionant de mare și aceasta este chezășia cea mai sigură că această problemă a pornit pe drumul realizării.

Calea pe care se va rezolva în viitor utilizarea energetică de mari proporții a radiației solare nu poate fi întrevăzută încă. Este posibil că se va merge pe transformarea directă în energie electrică cu ajutorul unor materiale noi, ieftine și accesibile, sau se vor dezvolta procesele fotochimice. Tot așa de bine este posibil ca să se găsească o cale complet nouă pentru a cărei realizare tehnică viitorul va găsi suportul material adecvat.

Problema folosirii energetice a radiației solare este una din cele mai tinere probleme ale științei și tehnicii moderne și nu a intrat încă în centrul preocupărilor oamenilor de știință și tehnicienilor, întreaga lor atenție fiind îndreptată astăzi spre energia atomică. Fără îndoială însă că în momentul în care și pentru energia solară se vor cheltui atîtea valori spirituale și materiale ca pentru energia atomică, omenirea se va îndrepta cu pași mari spre cîștigarea unei resurse energetice de potențial uriaș și practic inepuizabil, ieftină și accesibilă pe o mare porțiune a globului pămîntesc.

Perspectivele utilizării energiei radiației solare în condițiile din R.P.R.

După rezultatele cercetărilor efectuate pînă în prezent rezultă în mod neîndoios că în condiții normale de relief și climat energia radiației solare poate fi utilizată eficient pînă la o latitudine de 50°.

În regiunile toride ecuatoriale și subecuatoriale, energia radiației incidente pe 1 m^2 suprafață normală la razele solare este de circa 8—900 kcal/m^2h, ceea ce corespunde la circa 10 000 kcal/m^2 zi, durata de strălucire a soarelui fiind de circa 75—80% din cea posibilă [6].

Față de poziția geografică a teritoriului R.P.R., se poate conta în regiunile cu relief și climă adecvată în medie pe circa 5—700 kcal/m^2h în lunile de vară, începînd din aprilie și pînă în septembrie, iar în ce privește durata radiației solare, ea a oscilat în anii 1944—1950 între valorile 1 300 (vîrful Omul) și 2 000—2 300 ore (București-Timișoara-Constanța) din circa 4 400 ore posibile.

În tabela anexată se dau valorile radiațiilor maxime orare și zilnice și ale sumei radiațiilor lunare pentru anul 1953 în diverse localități din R.P.R. echipate cu stații actinometrice [8].

Din datele tabelei se vede că în regiunea București și pe litoral timp de șase luni pe an maximele orare depășesc 700 kcal/m^2, mediile lunare trec de 10^5 kcal/m^2 și radiația totală anuală trece de 10^6 kcal/m^2, ceea ce dovedește că aceste regiuni sînt mai propice pentru utilizarea energiei radiației solare.

Desigur că aceste valori suferă oscilații de la an la an, cifrele citate pot fi utilizate însă pentru o primă orientare.

Ca domenii posibile de utilizare practică imediată a energiei radiației solare în țara noastră, se întrevăd următoarele [7]:

1) producere de apă caldă pentru scopuri gospodărești și sanitare;
2) uscarea produselor agricole;
3) instalații de pompare pentru irigații echipate cu motoare solare;
4) instalații cu oglinzi pentru producere de abur și topiri de metal și
5) instalații frigorifice și de climatizare.

În faza actuală de dezvoltare a tehnicii și în stadiul în care se află în prezent studiul energiei solare, în R.P.R. se întrevăd două probleme de cercetare principale:

— întocmirea cadastrului solar al R.P.R.
— studiul și experimentarea aparatelor și instalațiilor folosind energia radiației solare.

Prima problemă ar duce la cunoașterea precisă pe baze științifice a posibilităților reale de utilizare a energiei radiației solare pe teritoriul R.P.R., printr-o raionare a țării potrivit caracteristicilor climatologice și solare. Numai prin întocmirea acestui cadastru solar se poate trasa o perspectivă științifică pentru dezvoltarea utilizării energiei radiației solare în R.P.R.

Tabela 1

Radiația solară maximă orară, zilnică și lunară pentru cîteva localități din R.P.R.

Stația / luna	Afumați (București)			Arad			Constanța			Iași			Predeal		
	A	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*
Ian.	475	2 565	41 648	340	1 887	16 983	475	2 812	41 743	418	2 223	29 241	378	2 124	22 122
Febr.	589	3 895	58 349	439	3 213	40 120	608	3 914	53 713	551	3 686	42 215	540	2 682	35 442
Mart.	578	4 301	94 996	682	5 082	101 332	684	5 263	114 323	627	4 560	81 529	630	4 644	92 520
Apr.	703	5 605	118 047	629	5 049	97 733	798	5 947	99 465	665	5 187	105 013	684	5 670	90 540
Mai	839	6 386	98 573	748	5 933	119 340	779	7 144	174 288	684	6 080	125 438	666	5 634	89 172
Iun.	796	6 836	143 409	646	5 848	89 231	798	7 125	168 364	703	6 555	111 891	630	5 328	106 848
Iul.	774	6 794	189 544	646	6 018	151 096	779	7 543	195 244	684	6 403	117 439	630	5 724	127 350
Aug.	774	6 601	164 132	629	5 491	124 695	779	6 156	156 211	684	5 738	90 003	726	5 148	83 610
Sept.	709	5 611	122 357	595	4 590	104 924	741	5 833	136 666	589	4 693	52 706	540	4 392	85 032
Oct.	581	4 149	67 599	476	3 349	68 501	627	4 484	70 585	513	3 363	70 642	486	3 240	56 448
No'emb.	409	2 602	44 979	408	2 380	33 507	437	2 661	43 035	418	2 508	32 680	396	2 268	33 390
Dec.	344	1 999	30 634	289	1 513	30 192	380	1 458	30 039	323	1 653	26 030	288	1 458	29 358
Max. Max.	839	6 794	189 544	748	6 018	151 096	798	7 543	195 244	703	6 555	117 439	666	5 724	127 350
Total pe	1 174 267			997 654			1 255 676			889 827			851 832		

A – radiația orară maximă, kcal/m²h; *B* – radiația zilnică maximă, kcal/m² zi; *C* – suma radiației lunare, kcal/m² lună.

Problema a doua, care comportă studiul și experimentarea aparatelor și instalațiilor solare, trebuie să se dezvolte pe mai multe direcții:

— Studiul, proiectarea, construcția și introducerea unor aparate și instalații solare adecvate condițiilor din R.P.R., în acele ramuri ale economiei naționale unde introducerea lor ar putea avea un efect economic.

— Studiul și experimentarea unor procedee noi de utilizare a energiei radiației solare.

— Experimentarea diverselor materiale indigene pentru construcția aparatelor de captare a radiației solare.

La aceasta s-ar mai putea adăuga necesitatea unei activități de popularizare, care să trezească interesul și spiritul inventiv al specialiștilor și maselor largi de tehnicieni pentru această problemă.

Se poate considera că perspectivele pe care le are utilizarea energiei radiației solare în R.P.R. justifică o activitate tehnico-științifică ce trebuie întreprinsă pentru a obține succese în acest domeniu, ca și investițiile materiale necesare. În privința eforturilor spirituale și materiale ce trebuie depuse în această direcție, se pot distinge două faze diferind ca amploare și profunzime a cercetărilor și ca volum de investiții și anume:

— o fază de utilitate imediată, constînd în realizarea unor aparate și instalații solare după principiile cunoscute și cu mijloacele de care dispune tehnica în prezent. În această fază eforturile atît spirituale cît și materiale sînt mai reduse și ar putea fi ușor suportate de economia națională;

— o fază de cercetare de perspectivă pentru găsirea unor procedee noi, pentru perfecționarea celor existente, de utilizare a energiei radiației solare. În această fază trebuie întreprinse cercetări fundamentale, cu atragerea unui cerc larg de specialiști din numeroase domenii ale științei și tehnicii și sînt necesare eforturi materiale importante. Pentru moment această fază este accesibilă numai țărilor cu un nivel tehnic ridicat, cu mari resurse economice și cu anumite ramuri industriale puternic dezvoltate (industria optică, industria materialelor electrotehnice și electronice etc).

La Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. a fost creată de curînd o modestă bază de cercetare pentru utilizarea energetică a radiației solare și s-a acumulat un bogat material documentar ce urmează să stea la baza unor cercetări viitoare.

În concluzie, datele climatologice și unele rezultate concrete obținute pînă în prezent la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. confirmă oportunitatea și utilizarea economică a studierii și experimentării utilizării energiei radiației solare și pe teritoriul R.P.R.

Bibliografie

[1] * * *: *Utilizarea energiei solare.* Col I. Ed. Academiei de Științe U.R.S.S., Moscova, 1957.

[2] Baum V. A.: *Studiul problemei folosirii energiei radiației solare.* Teploenerghetika, nr. 2, 1956.

[3] * * *: *Cercetări în domeniul energiei solare.* Sub. red. F. Daniels și J. Duffie. The University of Wisconsin Press, Madison 1955, Trad. l. rusă, Moscova, 1955.

[4] Génin G.: *Utilizarea energiei solare prin transformarea sa directă în energie electrică,* Chaleur et industrie, nr. 8, 1958.

[5] Blum I.: *Importanța dezvoltării condițiilor de cercetare a caracteristicilor chimico-tehnice și tehnologice ale zăcămintelor de cărbuni din R.P.R.*, Revista de chimie, nr. 2, 1957.

[6] Kade F.: *Utilizarea energiei solare,* ETZ-B, nr. 6, 1956.

[7] Biener M.: *Utilizarea energiei solare* — raport intern. Biblioteca Institutului de Energetică, 1958.

[8] * * *: Buletinul Institutului Meteorologic Central, București, anii 1945—1953.

Tendinţe actuale în tratarea apei pentru cazanele de presiune foarte înaltă

Ing. *L. STANISAVLIEVICI*

Parametrii înalţi cu care funcţionează cazanele de abur moderne au impus rezolvarea tuturor problemelor tehnice ivite în legătură cu regimul apei. Sărurile şi gazele dizolvate în apa de alimentare nu trebuie să depăşească ordinul de mărime de micrograme/l [1]; uneori depuneri de ordinul zecimilor de milimetru pot duce la procese de distrugere a materialului şi la scoaterea din funcţiune a cazanului. În acest domeniu de presiune, impurificarea aburului generat în cazan este o urmare a unor fenomene complexe, insuficient de elucidate pînă astăzi, care provoacă neajunsuri în supraîncălzitor, în organele de închidere şi reglaj şi pe paletele turbinelor. Cazanele de circulaţie forţată ca şi cele cu trecere directă impun apei de alimentare condiţii calitative şi mai severe decît cazanele cu circulaţie naturală de aceeaşi presiune [2].

În stadiul actual al cunoştinţelor, numai cîteva dintre fenomenele legate de regimul chimic al apei pentru cazane de presiune foarte înaltă nu au putut fi explicate cu certitudine; unul dintre acestea a fost amintit mai înainte (prezenţa sărurilor în aburul generat), un altul este coroziunea metalului cazanului, în zonele de solicitări termice intense, în prezenţa unor concentraţii minime în apa cazanului de alcalii, fier, cupru, silice sau gaze dizolvate.

Dacă, în ce priveşte latura teoretică, aceste fenomene nu sînt îndeajuns de clarificate, măsurile de prevenire sînt însă cunoscute; tehnica modernă pune la dispoziţie mijloacele necesare, şi anume: o intensă demineralizare a apei şi metode perfecţionate de control fizic şi chimic al ciclului apă-abur.

În linii generale se poate spune că, în ce priveşte condiţiile de calitate impuse apei pentru cazanele de abur, exigenţele arată o tendinţă de creştere o dată cu creşterea presiunii de regim şi a temperaturii de supraîncălzire a aburului. Pe de altă parte, chiar în cuprinsul unor valori date pentru aceşti parametri, apare vădit tendinţa de a mări exigenţele faţă de calitatea apei; acest fapt este determinat de:

— creşterea continuă a productivităţii agregatelor, ceea ce impune materialului solicitări termice şi chimice tot mai mari şi

— dorinţa de a evita absolut orice neajunsuri provocate în exploatare din cauza deficienţelor regimului chimic al apei şi de a reduce la minim sau chiar de a elimina complet opririle şi cheltuielile legate de curăţirea internă a cazanelor şi a turbinelor de depunerile formate.

În domeniul presiunilor înalte, exigenţele privind apa de alimentare şi aburul produs se pot caracteriza în linii mari astfel:

— conţinutul total de săruri din apa de alimentare nu trebuie să depăşească valori de fracţiuni de mg/l, iar unii componenţi din apa de alimentare se admit numai în concentraţii de sutimi de miligrame la litru;

— degazarea apei de alimentare trebuie să fie completă, limitele admise referindu-se doar la sensibilitatea metodelor de control folosite.

— puritatea aburului este caracterizată prin concentraţii în săruri de ordinul sutimilor şi miimilor de miligrame la kilogram.

În măsură corespunzătoare, metodele de control au trebuit să fie şi ele perfecţionate şi, în genere, se folosesc pentru controlul în exploatare al anumitor indici caracteristici, aparate de analiză automate înregistratoare, ca de pildă: *p*H-metre, conductometre, detectoare de duritate, de siliciu etc.

În cele ce urmează se expun nivelul şi tendinţa tehnicii actuale privind metodele de tratare a apei de adaos pentru alimentarea cazanelor de abur, de presiuni foarte înalte şi măsurile pentru asigurarea unui condensat pur.

*

Demineralizarea totală a apei se poate realiza prin două procedee diferite: procedeul fizic, cu vaporizatori, şi procedeul fizico-chimic, cu mase ionice.

Alegerea între aceste procedee se face de la caz la caz, pe baza considerentelor şi a calculelor tehnico-economice. Demineralizarea totală cu mase ionice poate fi considerată, din acest punct de vedere, ca mai avantajoasă decît procedeul cu vaporizatori dacă apa brută se încadrează în una din următoarele categorii [3], [4]:

— conţinut în săruri pînă la 450 mg/l; duritatea permanentă 70—100% din duritatea totală;

— conţinut în săruri pînă la 560 mg/l; duritatea permanentă circa 70% din duritatea totală;

— conţinut în săruri pînă la 800 mg/l; duritatea permanentă circa 40% din duritatea totală;

— conţinut în săruri pînă la 1 200 mg/l; duritatea permanentă lipsă.

În cazul cazanelor de presiune foarte înaltă condiţiile de calitate impuse apei de alimentare sînt însă atît de severe încît ele nu pot fi realizate decît prin demineralizarea cu mase ionice a apei de adaos. Indicii calitativi principali, realizabili prin cele două procedee de demineralizare amintite sînt [4], [5], [6], [11]:

prin vaporizatori — reziduu $\cong$ 1 mg/l; silice $\cong$ 0,1 mg/l; CO_2 liber şi combinat: prezent

prin mase ionice — reziduu: urme — 0,1 mg/l; silice $\cong$ $\cong$ 0,01 mg/l; CO_2 liber şi combinat: lipsă.

Ţinînd seamă că, deseori, condensatul recuperat este impurificat prin intrări de apă de

răcire, apare evident că asigurarea calității apei de alimentare impune folosirea procedeului cu mase ionice chiar în cazul cînd, din punct de vedere economic, avantajul ar fi de partea procedeului prin vaporizatori.

Procedeul combinat de a demineraliza prin mase ionice distilatul produs de vaporizatori

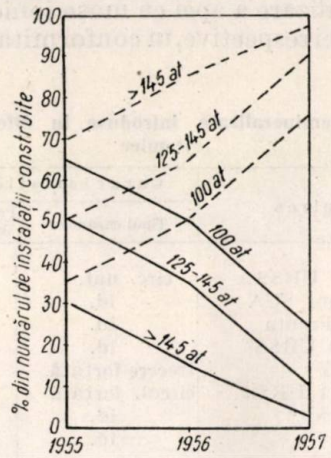


Fig. 1. Evoluția aplicării metodelor de demineralizare a apei.
——— vaporizare; - - - - mase plastice.

prezintă dezavantajele de a necesita investiții mai mari decît fiecare procedeu în parte și de a complica schema termică.

De altfel în ultimii ani s-a accentuat în țările puternic industrializate tendința de a demineraliza apa numai prin mase ionice, pentru cazanele de presiune foarte înaltă, respectiv pentru presiune supracritică [7], [8], [9].

Ținînd pasul cu această evoluție, calitatea maselor ionice se îmbunătățește continuu, iar prețul scade.

Fig. 1 prezintă grafic tendința crescîndă de a demineraliza apa prin mase ionice; ea permite concluzia că, astăzi, apa de alimentare pentru cazanele nou instalate cu presiune mai mare de 145 kgf/cm² este demineralizată exclusiv prin procedeul cu mase ionice.

În principiu, orice schemă de demineralizare a apei cu mase ionice cuprinde un grup de filtre H — cationice, pentru reținerea cationilor și un grup de filtre anionice pentru reținerea anionilor. În ultima vreme se folosesc tot mai mult filtrele ionice mixte, în care o masă cationică puternic acidă este amestecată intim cu o masă anionică puternic bazică, obținîndu-se în felul acesta îndepărtarea simultană a cationilor și a anionilor.

Pentru apele de suprafață (cu un consum > > 10 mg/l $KMnO_4$) se recomandă o limpezire prealabilă (coagulare, decantare, filtrare); pentru apele de adîncime este indicată o filtrare minerală prealabilă, pentru ca primul grup de filtre ionice — în sensul firului tehnologic — să nu fie pus a lucra și ca filtru mineral. Procesele care au loc la demineralizarea apei cu mase ionice sînt cunoscute și nu vor fi expuse aici.

O condiție esențială pentru realizarea unei instalații de demineralizare cu performanțe ridicate este folosirea unor mase ionice de foarte bună calitate. Aceasta este caracterizată prin: capacitatea utilă de schimb, rezistența la temperatură și la mediu alcalin, rezistența la alterare (oxidare), posibilitatea de a regenera integral capacitatea utilă de schimb cu un consum minim de reactivi și rezistența mecanică la abraziune.

Tehnica modernă a realizat mase ionice avînd caracteristici de calitate de ordin superior; trebuie remarcat însă că nici astăzi masele anionice nu au atins încă gradul înalt de calitate a maselor cationice. Aceasta este datorită unor dificultăți mai mari în procesul tehnologic de fabricație a lor. În general, masele anionice sînt mai sensibile la temperatură, nerezistînd decît la procese care se desfășoară sub 50°C; afară de aceasta ele sînt supuse și la alterare în cursul timpului. Este însă de presupus că în viitor și masele anionice vor egala în calitate masele cationice.

În tabela 1 sînt date caracteristicile principale ale maselor ionice de calitate superioară folosite pentru tratarea apei [2],[12].

Tabela 1

Caracteristicile maselor ionice de calitate superioară

Caracteristici	Mase cationice	Mase ionice	
		slab bazice	puternic bazice
Capacitatea utilă de schimb, val/m³	1 400—1 600	1 250—1 400	165
Duritatea reziduală, °d	0,03—0,09	—	—
Conținut rezidual de anioni, mg/l	—	Cl^- și SO_4^{-2} 0,5	SiO_2 0,003
Temperatura limită, °C	115	40—50	50
*p*H limită	12	14	14

Tendința continuă de ameliorare a maselor ionice, concomitent cu ieftinirea lor, va face ca și limitele din tabela 1 să fie depășite tot mai mult în sensul îmbunătățirii lor. În acest fel, demineralizarea apei cu mase ionice devine o metodă care oferă multiple posibilități de scheme de realizare. Valoarea ridicată a capacității utile permite reducerea gabaritelor instalației, micșorarea cheltuielilor de investiții și cicluri de lucru mai lungi.

Eficiența schimbului de ioni face posibilă realizarea unei demineralizări practic complete a apei (inclusiv desilicierea). Astfel filtrele ionice mixte pot da o apă a cărei conductivitate este de ordinul 0,2 la 0,07 μ S/cm, față de valoarea teoretică maximă (calculată) de 0,038 μ S/cm [13]. Asemenea grad de puritate

este absolut necesar pentru apa folosită la cazane de foarte înaltă presiune, cu trecere forțată și pentru reactoarele nucleare.

Rezistența mare termică și chimică a maselor ionice dă posibilitatea de a folosi procedee complexe de tratare a apei — cum ar fi pretra-

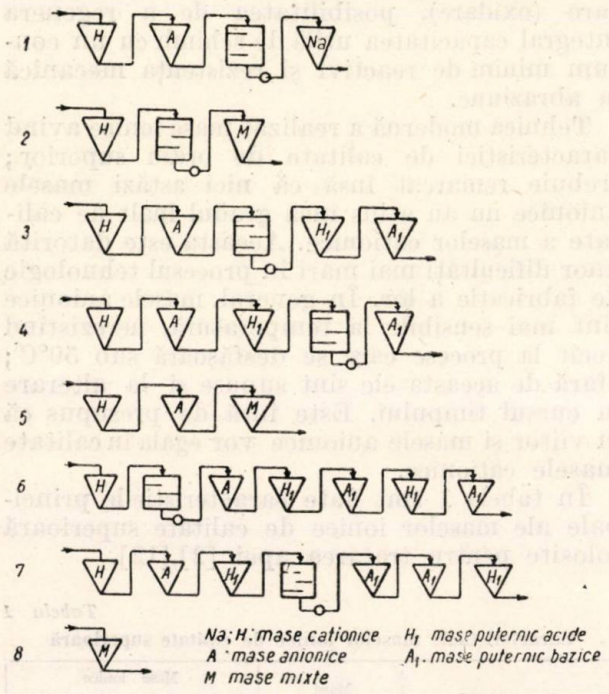


Fig. 2. Schema de instalații pentru demineralizarea apei.

tarea cu reactivi alcalini la temperatură ridicată — sau de a folosi o apă încălzită care a servit, de pildă, la răcire etc.

Folosirea pentru eliminarea bioxidului de carbon din apa parțial demineralizată a degazoarelor sub vid permite eliminarea simultană și a oxigenului, evitîndu-se astfel alterarea prematură a maselor anionice.

Teoretic se pot realiza 50 combinații de instalații de demineralizare a apei cu mase ionice; valoare practică din punct de vedere tehnico-economic au numai circa 40 [14]. Aceste combinații se pot reduce și ele la cîteva scheme principale. Posibilitățile de combinare sînt determinate de trei factori și anume: *1*) calitatea apei brute, *2*) calitatea impusă apei demineralizate și *3*) cheltuielile de exploatare. În fig. 2 sînt arătate cîteva din schemele de realizare cele mai uzitate pentru demineralizare [2], [14], [15], [16].

Controlul continuu în exploatare al acestor instalații folosește aparate indicatoare și înregistratoare, conexate cu semnalizări sau chiar cu telecomenzi, pentru indicii cei mai importanți, ca *p*H-ul, duritatea și silicea. Automatizarea deservirii asigură regenerarea corectă a filtrelor ionice și o calitate constantă a apei demineralizate, pe lîngă faptul că reduce volumul operațiilor manuale de executat [17]. Totuși operațiile manuale sînt considerate încă de unii [12] ca preferabile, deoarece impun prezența operatorului în timpul regenerării și deci permit să facă față oricărei situații.

În tabela 2 sînt cuprinse o serie de centrale termoelectrice la care s-a introdus procedeul de demineralizare a apei cu mase ionice, cu indicația schemei respective, în conformitate cu fig. 2.

Tabela 2

Scheme de demineralizare introduse la diferite centrale termice

Denumirea	Caracteristici		Schema conform fig. 2
	Tipul cazanelor	Presiunea kgf/cm²	
Permscaia 9 URSS	circ. nat.	110	1
Webster Plant SUA	id.	102	2
Porcheville Franța	id.	130	3
Mosenergo 9 URSS	id.	140	4
Phonix RFG	trecere forțată	115	5
Mosenergo 11 URSS	circul. forțată	110	6
V T I URSS	id.	300	7
Hüls RFG	id.	300	5

Conținutul total de săruri al condensatului turbinelor cu abur nu trebuie să depășească cîteva zecimi de miligrame/l, pentru a preveni, în ciclurile de foarte înaltă presiune și mai ales la cazanele cu trecere directă, neajunsurile cunoscute [8], [11], [18], [19].

Datorită însă etanșării imperfecte a condensatoarelor turbinelor cu abur, în aproape toate cazurile are loc o infiltrare a apei de răcire în condensat, fapt care aduce după sine o mărire considerabilă a conținutului total de săruri. Chiar neetanșeități care scapă de regulă unui control pot provoca infiltrări dăunătoare. Tabela 3 arată cantitatea de săruri care poate pătrunde în circuitul de alimentare al cazanelor prin infiltrări de apă de răcire, în condensatoare.

Tabela 3

Cantitatea de săruri intrate în apa de alimentare prin neetanșeități ale condensatoarelor

Neetanșeitatea condensatoarelor, %	Apa infiltrată, l/h	Cantitatea de săruri intrate în apa de alimentare	
		mg/h	kg/24 h
0,005	25	7,5	0,186
0,025	125	38,5	0,92
0,050	250	75	1,84
0,500	2 500	250	6

Exemplul este valabil pentru cazul că trec 500 t condensat pe oră, iar conținutul în săruri al apei de răcire este de 300 mg/l.

Experiența a arătat că chiar în cazurile de pătrunderi mici de săruri în condensat, randamentul turbinelor scade [11] din cauza impurificării aburului, care este o consecință directă a impurificării condensatului. Pînă la presiuni de 100 kgf/cm², această scădere nu este prea

importantă; la presiuni de 125—170 kgf/cm, prin depunerea de săruri pe paletele turbinelor rezultă o micșorare a secțiunii de trecere a aburului în partea de înaltă presiune de circa 3%, iar în partea de medie presiune de circa 2%. Datorită acestor îngustări de secțiune randamentul termic scade cu cel puțin 1%. Întrucît prin trecerea de la 100 kgf/cm² la 125 kgf/cm² se obține un spor al randamentului termic de circa 1,8%, rezultă că mai mult de jumătate din acest spor este pierdut datorită infiltrațiilor de apă de răcire în condensat.

De aceea tendința modernă este să se demineralizeze și condensatul destinat cazanelor de presiune înaltă; în domeniul presiunilor supracritice, demineralizarea condensatului este o condiție obligatorie.

Spre a putea realiza economic această măsură, este nevoie să se aducă unele modificări constructive la condensatoare [9] care să permită colectarea condensatului impurificat din zona defectă, pentru a nu fi siliți a demineraliza cantități mari de condensat ori de cîte ori apar neetanșeități ale țevilor condensatorului.

Degazarea eficace a apei de alimentare este de importanță primordială pentru circuitul termic al centralei, pentru a evita coroziuni ale instalațiilor [20]. În domeniul presiunilor înalte este folosită exclusiv degazarea termică; măsuri constructive — pulverizarea apei, aerisiri intense, barbotaj de abur — permit realizarea unei degazări practic totale [21].

Completarea degazării termice, în cazul presiunilor foarte înalte, se obține prin adaos de amine volatile. Unele din acestea, ca hidrazina, se combină cu oxigenul, altele ca ciclohexilamina se combină cu bioxidul de carbon; în fine altele formează filme monomoleculare pe suprafețele metalice, împiedicînd coroziunile datorite gazelor [22].

*

În concluzie, tendințele moderne în tratarea apei pentru cazanele de presiune foarte înaltă se pot rezuma astfel:

— folosirea demineralizării totale cu mase ionice, de calitate superioară, adică cu rezistență mare termică, chimică și mecanică, permițînd realizarea diferitelor scheme tehnologice;

— folosirea unor mase ionice cu mare capacitate utilă de schimb, pentru a reduce gabaritele instalației și a mări ciclurile de funcționare;

— demineralizarea condensatului turbinelor și a condensatelor recuperate;

— folosirea aminelor volatile pentru degazarea suplimentară a apei de alimentare și alcalinizarea ei.

Bibliografie

[1] Freier R.: *Apa pentru alimentarea cazanelor.* W. de Gruyter, Berlin 1958.

[2] Stanisavlievici L.: *Metode moderne de tratarea apei pentru cazane.* IDT, București, 1957.

[3] Schumann E.: *Pregătirea apei de alimentare.* Brennstoff-Wärme-Kraft, **6** (1954), nr. 4 (aprilie).

[4] Spangenmacher K., Hömig H. E., Richter H.: *Transformator de abur sau demineralizare totală.* Mitt. V.G.B., 31 (1954)octombrie.

[5] Agamennone G., Zanchi C.: *Apa pentru cazane.* Hoepli, Milano, 1956.

[6] * * *: *Centrala de forță de presiune înaltă Phoenix Ruhrort.* Brennstoff. Wärme-Kraft, **10** (1958), nr. 2 (februarie).

[7] Noetzlin G.: *Noua centrală de forță Hüls.* Mitt. V.G.B., **55** (1958) august.

[8] Dolăzal R.: *Abur supraîncălzit de presiune înaltă.* Vulkan, Essen, 1958.

[9] Dauber: *Centrala Avon nr. 6, cu parametri supracritici.* Combustion, **28** (1956) aug.

[10] * * *: *Centrală cu parametri supracritici.* Power, **46** (1956) decembrie.

[11] Applebaum S. B.: *Demineralizarea condensatului combate depunerile și permite un spor de 1% al randamentului termic.* Power, **102** (1952) mai.

[12] Alfano S.: *Operații manuale la instalația de demineralizare în două trepte, cu pat mixt, de la centrala Webster.* Power Eng., **61** (1957) nr. 3 (martie).

[13] * * *: *Cantitatea apei care se poate obține prin diferitele metode de demineralizare și prin distilare.* (Power Eng., **60** 1956), nr. 1 (ianuarie).

[14] Hertwig P.: *Posibilități de conectare a instalațiilor de demineralizare totală.* Technische Überwachung, **53** (1958), nr. 10 (octombrie).

[15] Kastalski A. A.: *Proiectarea instalațiilor pentru demineralizarea chimică a apei.* IDT, București, 1954.

[16] Bourne H. J.: *Demineralizarea apei,* Chimie et Industrie, **79** (1958) nr. 1 (ianuarie).

[17] Marks H. H.: *Demineralizarea automată.* Power Eng., **59** (1955), nr. 11 (noiembrie).

[18] Kott A. A.: *Formarea depunerilor pe paletele turbinelor de abur și influența lor asupra randamentului turbinelor.* Conf. V-a mondială a Energiei, Viena 1956, Raportul 237 $G_3/10$.

[19] Stirikovici M. A.: *Procesele care au loc în interiorul cazanelor cu trecere directă, de presiune foarte înaltă,* Conf. V-a mondială a Energiei, Viena 1956, Raportul 254 $G_2/20$

[20] Kieckenberg: *Comportarea țevilor de aramă* (Ms63) *în condensatorul unei centrale electrice.* Mitt. V.G.B., **29** (1954).

[21] * * *: *Saturatori, decarbonatori, degazori.* Power, 1957, februarie.

[22] * * *: *Amine și hidrazină pentru tratarea apei.* Corrosion Technology, **5** (1958), nr. 7 (iulie).

O nouă soluţie în dispoziţia echipamentului electric al staţiilor exterioare de conexiuni şi transformare de tip semi-înalt

Ing. *PAUL RAŞCU*

Reducerea continuă a preţului de cost al staţiilor electrice de conexiuni şi transformare este o preocupare care stă în centrul atenţiei proiectanţilor instalaţiilor de acest gen. Una din căile urmate pentru a obţine importante economii la construcţia acestor instalaţii o constituie reducerea terenului ocupat de staţiile exterioare. Economiile obţinute nu se referă numai la micşorarea terenului ocupat de staţie prin scoaterea din circuitul agricol a unor suprafeţe de pămînt cît mai mici, dar şi la faptul că, în general, în incinta staţiilor sînt executate un mare număr de amenajări începînd cu săpături şi umpluturi, canale de cabluri, drumuri interioare, căi de transport, cabluri de forţă, de circuite secundare şi conductoare electrice, suprafeţe de teren de iluminat şi de protejat prin paratrăznete etc., care toate se reduc odată cu scăderea suprafeţei staţiei.

Dispoziţiile aparatajului electric în celule, obţinute prin adaptarea acestui sistem de montare al separatoarelor, permit pe lîngă o grupare mai strînsă a instalaţiilor, şi deci o mai bună supraveghere a lor, şi o simetrie a construcţiilor de întinderea conductoarelor electrice, ceea ce conduce la uniformizarea eforturilor în stîlpi.

În cele ce urmează se vor analiza principalele avantaje tehnico-economice asigurate prin noile dispoziţii ale echipamentului electric în celulele staţiilor exterioare de tip semi-înalt.

1. Staţii cu sistem dublu de bare colectoare

a) *Dispoziţia celulei de cuplă transversală a barelor colectoare.* Faţă de dispoziţia echipamentului electric în alte tipuri de celule din staţiile exterioare de conexiuni şi transfor-

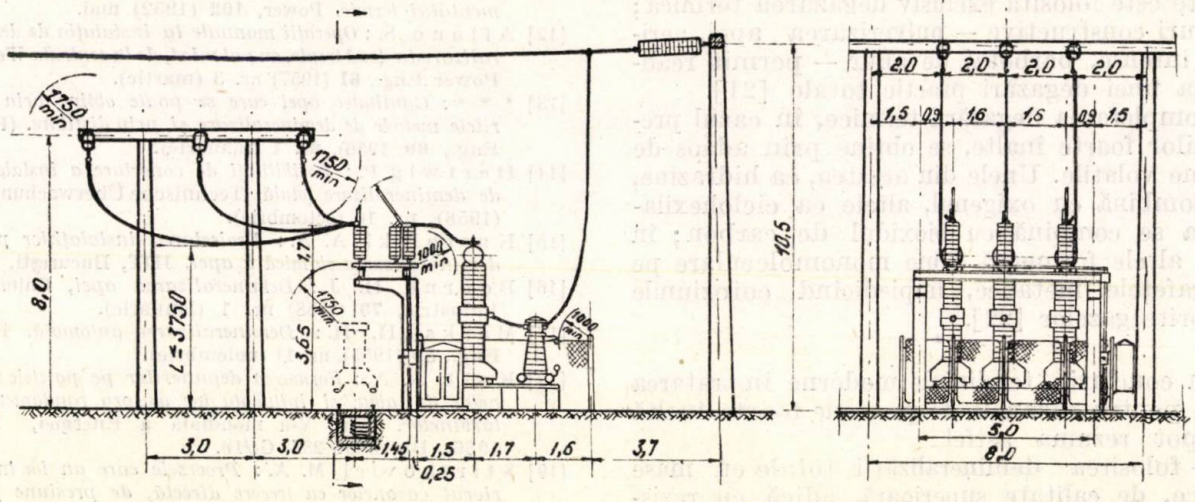


Fig. 1. Secţiune printr-o celulă a unei staţii de conexiuni de 110 kV cu separator montat pe suport în consolă.

Una din măsurile cele mai eficace de micşorare a incintei staţiilor exterioare de 35÷110 kV aplicată începînd din anul 1958 în proiectare constă dintr-o soluţie nouă de montare, indiferent de tensiune, a separatoarelor de bare şi de plecare în linie (tip STE şi STEP), ceea ce a permis realizarea unor dispoziţii noi deosebit de avantajoase în celule ale echipamentului electric de fabricaţie RPR sau similară. Noul sistem de montare al separatoarelor constă în fixarea lor în consolă pe suporţi avînd forma de L răsturnat (fig. 1) spre deosebire de sistemul obişnuit în care aceştia se montau pe suporţi în formă de T.

mare, dispoziţia echipamentului electric în celula de cuplă transversală a barelor colectoare creează o serie de dificultăţi datorită separatorului prin care se face legătura dintre întreruptor şi sistemul de bare alăturat, separator a cărui poziţie se situează pe drumul normal de exploatare din staţie, blocîndu-l. Pentru a elimina aceste neajunsuri, se foloseau următoarele dipoziţii mai obişnuite ale echipamentului electric (fig. 2):

1. Se prevede construcţia unui singur drum de exploatare prin staţia exterioară paralel cu barele colectoare. Pe partea cealaltă a barelor colectoare, celulele din staţie, printre

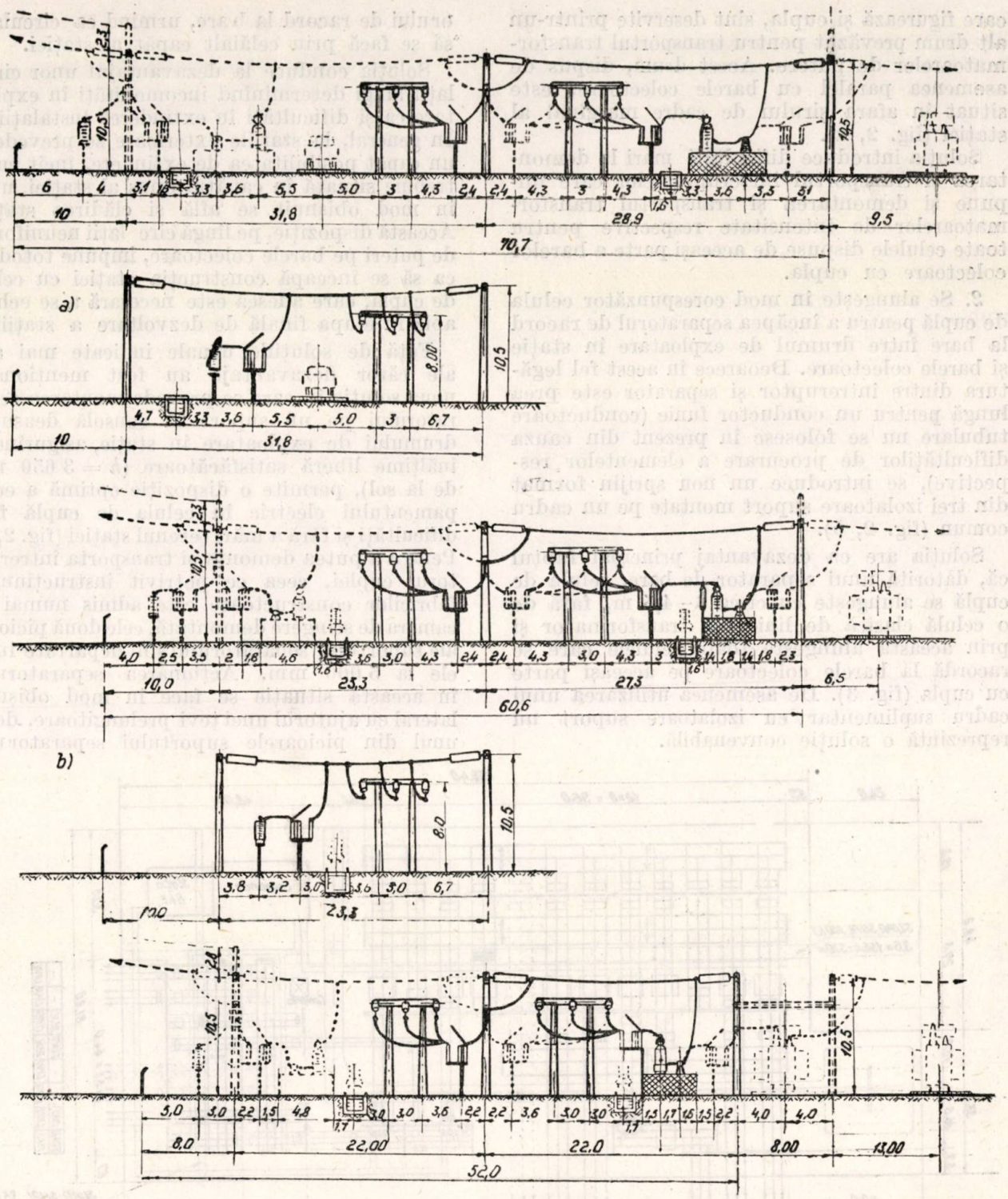


Fig. 2. Dispoziția aparatajului electric în secțiune prin diferite tipuri de stații de conexiuni de 110 kV de tip semiînalt cu bare colectoare duble (s-a reprezentat prin linii pline cupla transversală a barelor și măsura iar prin linii punctate celulele de plecare în linie și transformator).

a) — stație cu un singur drum de exploatare interior și cu montajul clasic al separatoarelor (pr 1956);

b) — stații cu două drumuri de exploatare interioare și cu montajul clasic al separatoarelor (pr 1957);

c) — stație cu două drumuri de exploatare interioare și cu montajul pe suporți în consolă al separatoarelor (pr. 1958).

care figurează şi cupla, sînt deservite printr-un alt drum prevăzut pentru transportul transformatoarelor de putere. Acest drum, dispus de asemenea paralel cu barele colectoare, este situat în afara şirului de cadre marginal al staţiei (fig. 2, *a*).

Soluţia introduce dificultăţi mari la demontarea şi transportul întreruptoarelor care impune şi demontarea şi transportul transformatoarelor de intensitate respective pentru toate celulele dispuse de aceeaşi parte a barelor colectoare cu cupla.

2. Se alungeşte în mod corespunzător celula de cuplă pentru a încăpea separatorul de racord la bare între drumul de exploatare în staţie şi barele colectoare. Deoarece în acest fel legătura dintre întreruptor şi separator este prea lungă pentru un conductor funie (conductoare tubulare nu se folosesc în prezent din cauza dificultăţilor de procurare a elementelor respective), se introduce un nou sprijin format din trei izolatoare suport montate pe un cadru comun (fig. 2, *b*).

Soluţia are ca dezavantaj principal faptul că, datorită unui separator de bare, celula de cuplă se alungeşte cu circa 3—4,5 m, faţă de o celulă clasică de linie sau transformator şi prin aceasta alungeşte toate celulele care se racordă la barele colectoare pe aceeaşi parte cu cupla (fig. 3). De asemenea utilizarea unui cadru suplimentar cu izolatoare suport nu reprezintă o soluţie convenabilă.

orului de racord la bare, urmînd ca circulaţia să se facă prin celălalt capăt al staţiei.

Soluţia conduce la dezavantajul unor circulaţii lungi determinînd incomodităţi în exploatare ca şi dificultăţi în extinderea instalaţiilor. În general, la staţiile exterioare se prevede la un capăt posibilitatea de extindere, încît cupla trebuie situată în capătul opus al staţiei, unde în mod obişnuit se află şi clădirea staţiei. Această dispoziţie, pe lîngă circ laţii neuniforme de puteri pe barele colectoare, impune totodată ca să se înceapă construcţia staţiei cu celula de cuplă, care adesea este necesară a se echipa abia în etapa finală de dezvoltare a staţiilor.

Faţă de soluţiile uzuale indicate mai sus, ale căror dezavantaje au fost menţionate, noua soluţie în care se prevede montarea separatorului pe un suport în consolă deasupra drumului de exploatare în staţie, asigurînd o înălţime liberă satisfăcătoare ($h = 3\,650$ mm de la sol), permite o dispoziţie optimă a echipamentului electric în celula de cuplă fără dificultăţi şi fără a mări terenul staţiei (fig. 2, *c*). Pentru a putea demonta şi transporta întreruptorul cuplei, ceea ce potrivit instrucţiunilor fabricilor constructoare este admis numai cu camera de stingere demontată, cele două picioare ale suportului separatorului sînt depărtate între ele la 5 000 mm. Acţionarea separatorului în această situaţie se face în mod obişnuit lateral cu ajutorul unei ţevi prelungitoare, de pe unul din picioarele suportului separator ului

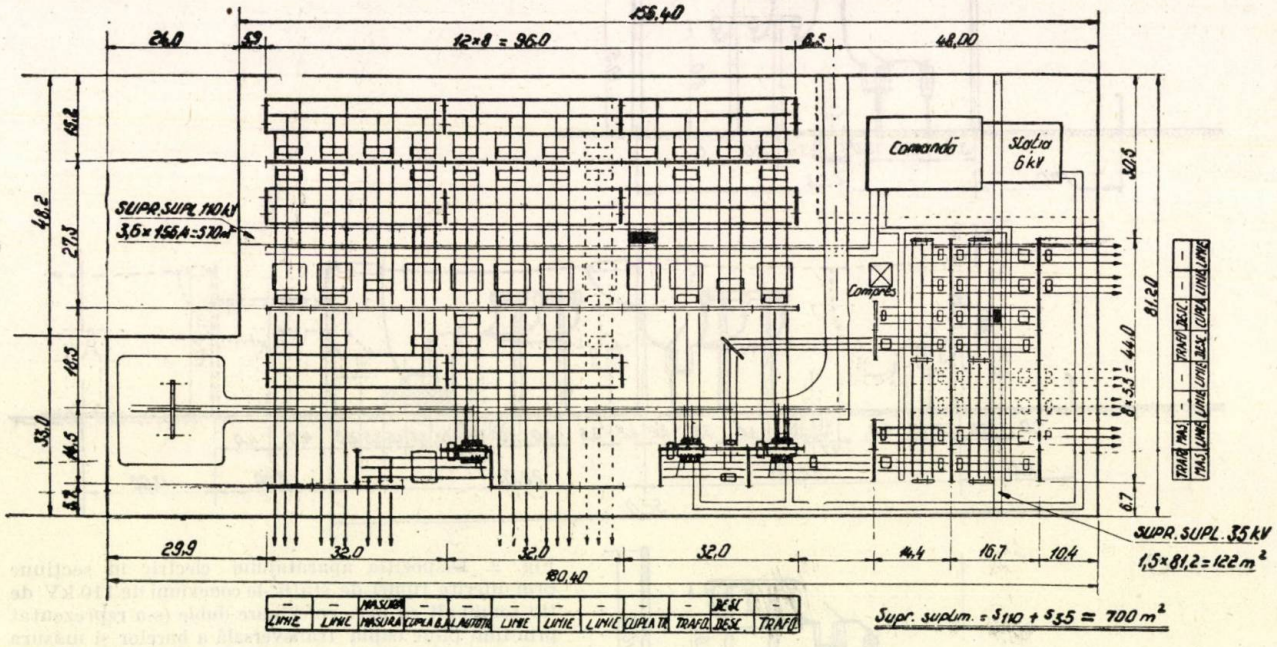


Fig. 3. Staţie de transformare şi conexiuni de 110/35/6 kV cu bare duble colectoare şi bare de by-pass pe 110 kV şi bare duble colectoare pe 35 kV, executată cu montajul clasic al separatoarelor (pr. 1957).

3. Se situează cupla barelor la capătul staţiei exterioare şi se blochează drumul de exploatare în staţie la acel capăt prin poziţia separa-

b) *Dispoziţia celulei de măsură şi descărcătoare catodice.* Măsura tensiunii pe bare ca şi protecţia împotriva supratensiunilor induse în

stații se fac în mod obișnuit pentru a nu ocupa celule separate, dispunînd cîte un grup de trei transformatoare de tensiune sau descărcătoare catodice pe sistemul de bare opus ieșirii unei derivații (linie sau transformator) de la barele colectoare. Această dispoziție, cu excepția montării acestor echipamente pe partea șirului de celule ce se racordă la bare de aceeași parte cu cupla (în cazul soluției a 2-a de mai sus), necesită pe partea opusă a barelor întinderea unor conductoare-derivație de bare, utilizîndu-se unul sau doi stîlpi de cadru cu riglă între ei.

Prin utilizarea montării separatoarelor pe suporți în consolă într-o dispoziție similară cu acces de la celula de cuplă transversală descrisă, legătura transformatorului de tensiune sau a descărcătoarelor catodice se poate realiza printr-un racord direct la barele colectoare. În această dispoziție se economisesc unul sau doi stîlpi pentru întinderea conductoarelor electrice, inclusiv fundațiile lor, și o riglă corespunzătoare (fig. 2, *c*).

c) *Racordul conductoarelor electrice la transformatoarele de putere.* În general, pentru ca racordul conductoarelor electrice la bornele transformatoarelor de putere cu trei înfășurări să fie cît mai degajat realizat, poziția acestuia este astfel determinată încît adeseori distanța dintre bornele separatoarelor și cele ale transformatoarelor este prea mare pentru conductoarele funie utilizate. În acest caz, pentru micșorarea săgeții conductoarelor electrice se obișnuiește fie să se monteze pe izolatoarele separatorului piese metalice de ghidare, fie să se utilizeze în această deschidere conductoare de secțiune mare.

Utilizînd separatoare cu montaj în consolă, pentru aceeași poziție a picioarelor suportului de separator, distanța dintre bornele separatorului și ale transformatorului de putere se micșorează cu circa 650 mm, ceea ce permite să se realizeze racordul dintre aceste borne fără piese intermediare de ghidare și cu conductoare cu secțiune obișnuită. De asemenea, datorită înălțimii suportului de separator în acest montaj (circa 3 650 mm de la sol), bornele separatorului se situează aproape la aceeași înălțime cu acele ale transformatorului, ceea ce avantajează legătura dintre aceste borne care se face aproape orizontal (fig. 2, *c*).

d) *Proiecția împotriva loviturilor directe ale trăznetului.* Utilizarea separatorului montat în consolă în celula de cuplă asigură reducerea suprafeței stației cu 10—12% (circa 500 m² la 110 kV și circa 250 m² la 35 kV) încît

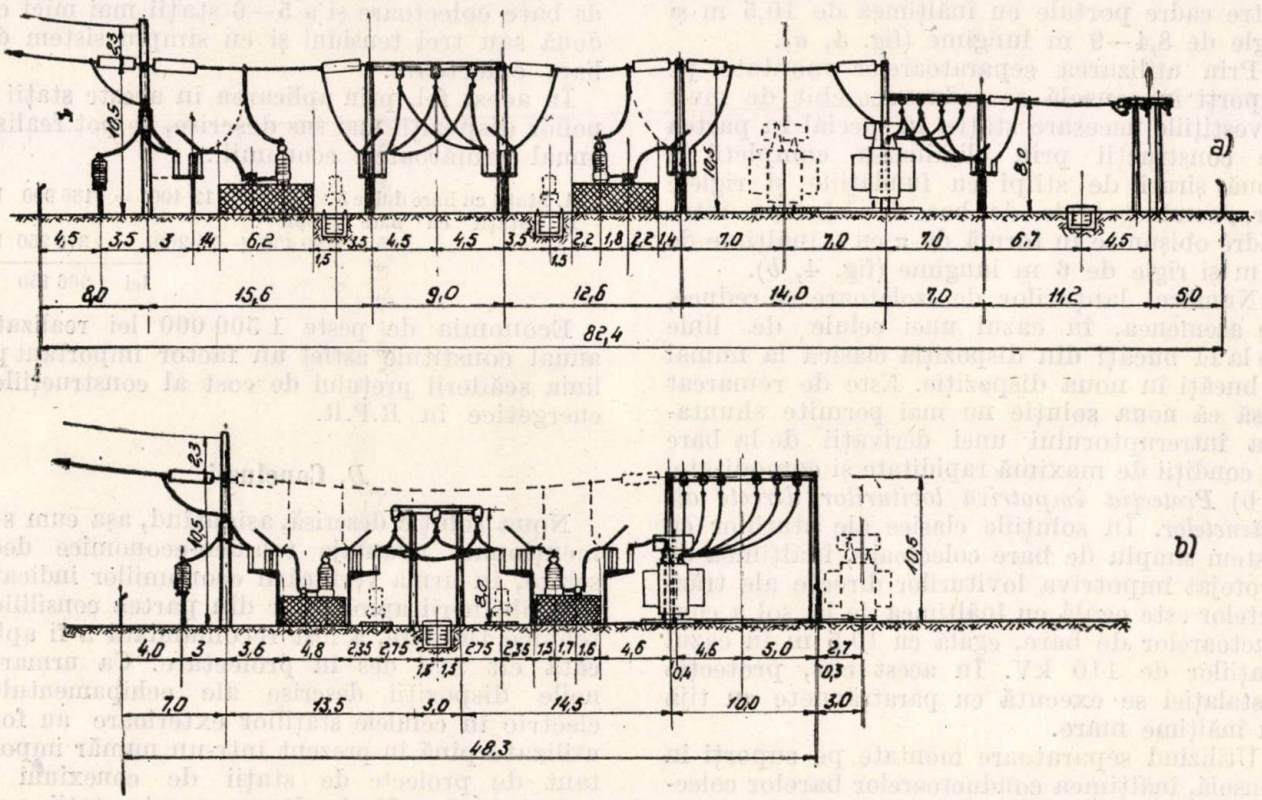


Fig. 4. Dispoziția aparatajului electric în secțiune prin diferite tipuri de stații de conexiuni de 110 kV de tip semi-înalt cu bare simple colectoare (conductoarele de shuntare a întreruptorului s-au reprezentat prin linii întrerupte):

a) — stație de tip obișnuit cu dispoziția alăturată a stațiilor de conexiuni de tensiune înaltă și medie cu montajul clasic al separatoarelor; *b*) — stație de tip nou cu dispoziția alăturată a stațiilor de conexiuni de tensiune înaltă și medie cu montajul separatoarelor pe suporți în consolă.

protecția împotriva loviturilor directe ale trăznetului se poate realiza în comparație cu soluțiile obișnuite, folosindu-se fie un număr mai redus de paratrăznete cu tijă, fie prin paratrăznete cu înălțime mai mică. În celula de măsură și descărcătoare catodice, separatorul cu montaj în consolă coboară cu mult nivelul de protejat față de soluțiile clasice adoptate, ceea ce are de asemenea ca urmare ieftinirea instalației de paratrăznete.

B. Stații cu sistem simplu de bare colectoare

a) *Dispoziția generală a stației.* Folosirea în stațiile cu sistem simplu de bare colectoare a separatoarelor cu montaj în consolă, chiar și pentru separatoarele de linie cu cuțite de punere la pămînt (tip STEP), reduce în mod simțitor suprafața de teren ocupată de stație (în unele cazuri la mai mult de 2 ori) față de cazul utilizării separatoarelor în montaj obișnuit (fig. 4).

În general, barele colectoare din stațiile clasice se încadrează între două șiruri de stîlpi și rigle cu înălțimea de 10,5 m în cazul tensiunii de 110 kV, iar conductoarele barelor se întind între cadre portale cu înălțimea de 10,5 m și rigle de 8,4—9 m lungime (fig. 4, *a*).

Prin utilizarea separatoarelor montate pe suporți în consolă se reduc deosebit de mult investițiile necesare stației în special în partea de construcții prin eliminarea completă a două șiruri de stîlpi cu fundațiile și riglele lor, conductoarele de bare fiind întinse între cadre obișnuite în formă de π cu o înălțime de 8 m și rigle de 6 m lungime (fig. 4, *b*).

Numărul lanțurilor de izolatoare se reduce, de asemenea, în cazul unei celule de linie de la 11 bucăți din dispoziția clasică la numai 5 bucăți în noua dispoziție. Este de remarcat însă că noua soluție nu mai permite shuntarea întreruptorului unei derivații de la bare în condiții de maximă rapiditate și comoditate.

b) *Protecția împotriva loviturilor directe ale trăznetelor.* În soluțiile clasice ale stațiilor cu sistem simplu de bare colectoare, înălțimea de protejat împotriva loviturilor directe ale trăznetelor este egală cu înălțimea de la sol a conductoarelor de bare, egală cu 10,5 m în cazul stațiilor de 110 kV. În acest caz, protecția instalației se execută cu paratrăznete cu tijă cu înălțime mare.

Utilizînd separatoare montate pe suporți în consolă, înălțimea conductoarelor barelor colectoare este redusă în cazul de mai sus de la 10,5m la 8 m, permițînd ca protecția împotriva loviturilor directe ale trăznetului să se facă în comparație cu soluțiile obișnuite, fie cu un număr mai redus de paratrăznete cu tijă, fie cu paratrăznete cu înălțime mai mică (plecările în linii de 110 kV, deși se fac la o înălțime de 10,5 m de la sol, sînt protejate prin firul de gardă al liniilor care intră în stație).

C. Rezultate economice în urma aplicării noilor dispoziții ale echipamentului electric în stații

Economiile realizate prin utilizarea noilor dispoziții propuse ale echipamentului electric în celulele stațiilor de transformare și conexiuni au fost studiate amănunțit în comparație cu dispozițiile clasice. Rezultatele acestor calcule sînt redate în tabela de mai jos.

Economii realizate (în lei)

	P. de construcții	P. electrică	Total
A. *Stații cu bare duble*			
Stație de 110 kV	30 850	19 250	50 100
Stație de 35 kV sau 60 kV	7 500	4 700	12 200
B. *Stații cu bare simple*			
Stație de 110 kV	131 400	89 050	220 450
Stație de 35 kV sau 60 kV	33 000	22 400	55 400

În baza ritmului actual de construcție a instalațiilor energetice, în țară se poate conta pe intrarea în funcțiune în fiecare an a 3—4 stații mari cu trei tensiuni și cu dublu sistem de bare colectoare și a 5—6 stații mai mici cu două sau trei tensiuni și cu simplu sistem de bare colectoare.

În acest fel, prin aplicarea în aceste stații a noilor dispoziții mai sus descrise, se pot realiza anual următoarele economii:

A. Stații cu bare duble $3 \times (50\,100 + 12\,400) =$ 186 900 lei
B. Stații cu bare simple $5 \times (220\,450 + 55\,200) =$ 1 379 250 lei

lei 1 566 150

Economia de peste 1 500 000 lei realizată anual constituie astfel un factor important pe linia scăderii prețului de cost al construcțiilor energetice în R.P.R.

D. Concluzii

Noua soluție descrisă, asigurînd, așa cum s-a menționat, avantaje tehnico-economice deosebite, în urma verificării economiilor indicate și a obținerii aprobărilor din partea consiliilor tehnice tutelare, a fost recomandată a fi aplicată cît mai des în proiectare. Ca urmare, noile dispoziții descrise ale echipamentului electric în celulele stațiilor exterioare au fost utilizate pînă în prezent într-un număr important de proiecte de stații de conexiuni și transformare. Unele dintre aceste stații s-au executat în prezent și sînt în funcțiune din semestru I 1959.

În vederea aplicării mai largi a separatoarelor montate pe suporți în consolă la proiectarea și execuția stațiilor de conexiuni și transformare, acest detaliu a fost adaptat în vederea tipizării elementelor de construcții din stațiile exterioare de 35 și 110 kV de tip semi-înalt.

Rezultatele obținute în uscarea transformatoarelor mici prin radiații infraroșii

Transformatoarele de putere mică, cuprinse între 25 și 560 kVA, datorită lipsei filtrelor de aer și a unei protecții de gaze, sînt expuse — în exploatare — umezirii și defecțiunilor interioare, într-o proporție mult mai mare decît transformatoarele de putere mare. Din acest motiv, folosind metoda de uscare prin curent de aer cald în dulapuri fără vid,

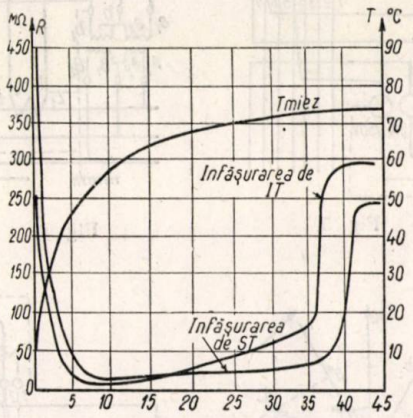


Fig. 1. Curbele de uscare prin radiații infraroșii, ale unui transformator de 100 kVA, 15/0,4 kV.

cu ocazia reparațiilor acestor transformatoare se consumă cantitate mare de energie electrică, iar operațiunea de uscare durează foarte mult. Pentru eliminarea acestor neajunsuri, la I.R.E. Pitești s-a experimentat metoda uscării izolației prin radiații infraroșii. Drept sursă s-au folosit lămpile de radiații infraroșii cu reflector interior, de 250 W — 120 V fabricate în țară. Acestea s-au montat pe stative speciale din oțel cornier, formînd panouri mobile. Soclul fiecărei lămpi s-a izolat de calota respectivă printr-un perete reflectant din tablă de aluminiu, în care s-au decupat goluri pentru lămpi. Cu panourile mobile s-a format o cutie cu patru pereți în interiorul căreia s-a introdus transformatorul. Înainte de a începe uscarea, s-a urmărit realizarea următoarelor condiții :

a) radiațiile să ajungă pe înfășurări cu o incidență cît mai aproape de normală.

b) raportul dintre distanța de la calota lămpii la suprafața de uscat și distanța dintre axele a două lămpi vecine să fie aproximativ doi (raport optim indicat pentru lămpile fabricate în țară).

c) numărul de lămpi utile să fie egal cu numărul total de lămpi (factor de utilizare $\cong 1$).

Instalația s-a îngrădit cu plasă de sîrmă pentru a fi ferită de lovituri mecanice, iar evacuarea vaporilor s-a asigurat prin executarea unui coș de captare și evacuare în exteriorul sălii.

Randamentul instalației crește direct proporțional cu temperatura sălii, deoarece creșterea temperaturii acesteia reduce pierderile prin convecție în timpul uscării.

Cu o astfel de instalație, cu 54 lămpi, s-au obținut rezultate foarte bune la uscarea a 26 transformatoare de mică putere (25—560 kVA).

În tabela 1 se pot vedea rezultatele obținute la uscarea unui transformator de 100 kVA—15/0,4 kV, cu radiații infraroșii, în comparație cu metoda uscării cu aer cald.

De asemenea se pot vedea în fig. 1 curbele uscării transformatorului respectiv.

Tabela 1

		Cu aer cald		Cu radiații infraroșii	
		Înainte de uscare	După uscare	Înainte de uscare	După uscare
Rezist. de izolare MΩ	$Ts - Ti$	90	250	30	410
	$Ts - \|\|\|$	70	200	25	290
	$Ti - \|\|\|$	40	175	20	245
$\frac{R\ 60}{R\ 15}$		1,1	1,6	1	1,4
$\frac{C_2}{C_{50}}$		1,82	1,5	2,04	1,8
Tg δ		9	4,3	5,41	4
Durata		140 ore		44 ore	
Energia consumată		849 kWh		403 kWh	

În concluzie, metoda uscării izolației transformatoarelor mici cu radiații infraroșii prezintă importante avantaje față de uscarea cu aer cald, reducînd timpul de uscare de 3—7 ori, energia consumată de 2—4 ori, iar instalația fiind foarte simplă nu necesită o supraveghere specială continuă.

Se recomandă ca în toate atelierele de transformatoare ale întreprinderilor regionale de electricitate să se introducă sistemul de uscare al transformatoarelor mici, cu radiații infraroșii.

Ing. **Alex. Dobrișan**

Verificarea montajului contoarelor cu două elemente wattmetrice, avînd instalațiile în funcțiune

Deoarece în schemele de montaj al contoarelor electrice se constată frecvent greșeli de montare, iar o întrerupere în alimentarea unor consumatori în vederea verificării produce perturbații în producție, a fost necesară stabilirea unor metode de verificare a montajului cu instalațiile în funcțiune.

La I R E Pitești se aplică frecvent metoda de verificare constînd din analiza diagramei vectoriale ridicată în baza valorilor obținute cu wattmetrul monofazic, operațiile fiind următoarele :

1. Verificarea și corectarea montajului conductoarelor de tensiune

— Se verifică egalitatea tensiunilor între faze (respectiv între bornele *2—4*; *2—6*; *4—6* ale contoarelor).

— Faza fără reductor de intensitate trebuie să fie conectată la borna *4* a contorului.

— Succesiunea fazelor trebuie să fie cea normală, respectiv faza *1* la borna *2*, faza *2* la borna *4*, faza *3* la borna *6*.

2. Identificarea curenților din bobinele de curent ale fiecărui element wattmetric al contorului

Această operație se împarte în trei faze:

a) *Obținerea valorilor wattmetrice*, în care scop se conectează în serie pe rînd bobinele de curent ale contorului cu bobina de curent a wattmetrului aplicînd pe rînd pentru fiecare element wattmetric al contorului tensiunile între faze: operațiunea se execută cu scurtcircuitarea prealabilă a circuitului de curent în scopul de a evita ca circuitul secundarului transformatorului de intensitate să rămînă deschis.

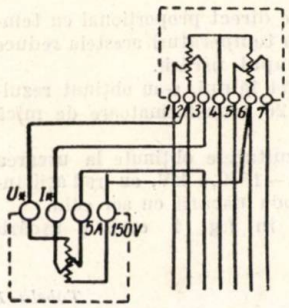


Fig. 1.

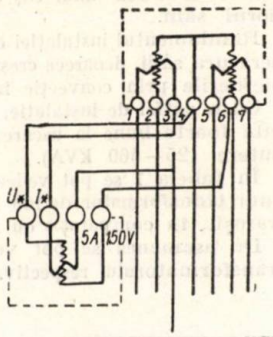


Fig. 2.

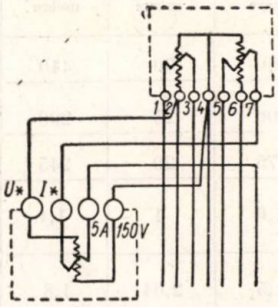


Fig. 3.

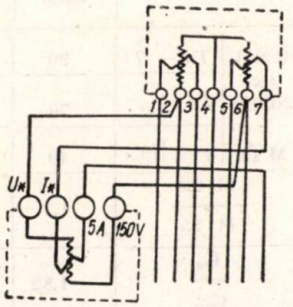


Fig. 4.

Pentru exemplul considerat, s-au executat conexiunile din figurile 1, 2 și 3, respectiv pentru elementul *II* cele din figurile 4, 5 și 6. Valorile wattmetrice obținute fiind cele din tabela 1, semnul (—) aplicîndu-se în cazul cînd avînd indicație inversă la wattmetru, a fost necesară inversarea conexiunii la bornele de tensiune.

Făcînd suma celor trei valori wattmetrice obținute pentru fiecare element, aceasta trebuie să fie zero.

b) *Stabilirea poziției vectorului de curent în diagrama vectorială a tensiunilor* (fig. 7). În diagrama vectorială a tensiunilor, se reprezintă valorile din tabela 1 (la scara 1 div = 1 mm) obținîndu-se pe vectorii tensiunilor respective, proiecțiile vectorilor de curent, în punctele a, a', a'', respectiv pentru elementul *II*, în punctele b, b', b''. Trasînd cîte o perpendiculară pe vectorii de tensiune în punctele obținute se obțin punctele A respectiv B, vectorii OA și OB reprezentînd pozițiile vectoriale ale curenților în cele două elemente wattmetrice.

Tabela 1

	U_{12}	U_{23}	U_{31}
Element *I*	−2	20	−18
Element *II*	20	−18	−2

c) *Identificarea curenților în diagramă.* Vectorii OA și OB sînt decalați în urma vectorilor tensiunilor respective cu un unghi $\varphi_1 < 90°$ și $\varphi_3 < 90°$, între ei avînd un decalaj de 120°. Același decalaj fiind și între vectorii tensiunilor, rezultă $\varphi_1 = \varphi_3$. Deci vectorul OA reprezintă vectorul de curent al fazei *1* iar vectorul OB reprezintă vectorul de curent al fazei *3*. În cazul de față se confirmă decalajul inductiv și de natură inductivă a consumatorului al cărui contor a fost verificat.

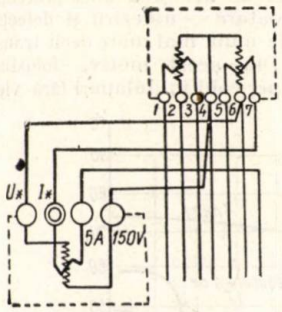


Fig. 5.

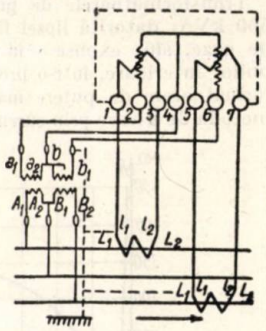


Fig. 6.

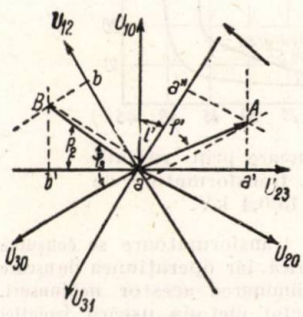


Fig. 7.

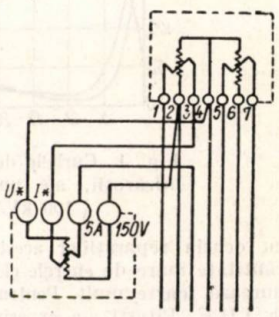


Fig. 8.

3. Stabilirea schemei de montaj

Prin verificarea montajului conductoarelor de tensiune, s-a constatat corespondența fazelor la bornele contorului, iar din analiza de identificare a curentului s-au determinat curenții celor două elemente și sensul lor. Se poate deci completa buletinul de verificare a contorului cu schema din fig. 8.

4. Stabilirea relației de funcționare a contorului în montajul existent

Din diagrama 7 se poate determina relația puterii pentru fiecare element.

$$P_1 = U_{12}\, I_{10} \cos\ (30° + \varphi_1)$$

$$P_2 = U_{32}\, I_{30} \cos\ (\varphi_3 - 30°).$$

Fazele liniilor fiind simetric încărcate (contoarele cu două elemente se montează numai pe asemenea linii) rezultă:

$$U_{32} = U_{12} = U;\ I_{30} = I_{10} = I;\ \varphi_1 = \varphi_3 = \varphi$$

Deci $P = P_1 + P_2 = UI\ [\cos\ (30° + \varphi) + \cos\ (\varphi - 30°)] = 2\ UI \cos\ 30° \cos\ \varphi$;

$$P = P_1 + P_2 = \sqrt{3}\ UI \cos\ \varphi$$

Rezultă că montajul contorului este corect, deoarece funcționează cu relația puterii active în sistemul alternativ trifazat.

S. Barbu

CRONICA

Aniversarea a 10 ani de activitate A.S.I.T.

Cu prilejul împlinirii a 10 ani de la înființarea Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. au avut loc la Consiliul Central A.S.I.T și la filialele regionale ședințe festive.

La ședința festivă de la Consiliul Central au participat membri ai Consiliului Central, președinți de secții și de filiale, miniștri, academicieni și membri corespondenți ai Academiei R.P.R., reprezentanți ai C.C.S., ai unor organizații obștești, profesori, conducători de întreprinderi, ingineri, tehnicieni și inovatori.

Conferențiar ing. *Oliviu Rusu*, prim-secretar al Asociației, a prezentat raportul intitulat:

„10 ani de activitate A.S.I.T. în slujba construcției socialiste".

După prezentarea raportului, Asociația a fost salutată de acad. *Elie Carafoli* din partea Academiei R.P.R., ing. *Mihai Marin*, secretar al C.C.S. din partea Consiliului Central al Sindicatelor, *Alex. Sencovici*, ministru al M.I.B.C. conf. ing. *I. Curievici*, președintele filialei regionale A.S.I.T. Iași din partea filialelor A.S.I.T.

În încheiere, participanții au trimis telegrame Comitetului Central al P.M.R. și Consiliului de Miniștri al R.P.R.

În cadrul ședințelor de la filiale s-au prezentat rapoarte de activitate privind realizările obținute de cercurile A.S.I.T. în cei 10 ani de experiență, realizări ce oglindesc devotamentul corpului tehnico-inginerese față de regimul democrat-popular.

La aceste ședințe au participat membrii comitetelor filialelor, președinții și membrii secțiilor de specialitate, președinți, secretari și membri A.S.I.T. din cercuri, inovatori și fruntași în producție, activiști de partid și de stat, reprezentanți ai organizațiilor sindicale și obștești, precum și conducători din întreprinderi.

O serie de filiale au raportat Consiliului Central A.S.I.T. rezultatele muncii desfășurate în cinstea celei de-a 10-a aniversări.

Astfel, membrii filialei regiunii Stalin, pe baza angajamentelor luate, au realizat pînă în prezent economii în valoare de 19.961.089 lei.

Membrii A.S.I.T. din regiunea Hunedoara s-au angajat de a da patriei peste plan tot mai multă fontă, oțel și laminate și de a lupta pentru realizarea de economii tot mai mari.

Tot pe linia economiilor, filiala regională București a raportat economisirea sumei de 35.000.000 lei, adică mai mult de jumătate din angajamentul luat pentru anul acesta.

De asemenea, filiala regională A.S.I.T. Iași, s-a angajat că va lupta cu și mai multă perseverență pentru punerea progresului tehnic în slujba construirii socialismului în patria noastră.

Angajamente asemănătoare și-au luat filialele Bacău, Constanța, Oradea, Ploiești, Tg. Mureș, Timișoara, Galați, Cluj, Baia Mare și altele.

Pentru activitatea rodnică depusă, un număr de 500 membri ai Asociației au fost distinși cu diplome și insigne jubiliare.

Lucrările Plenarei C.C. al P.M.R. din 13—14 iulie 1959 au constituit pentru ingineri și tehnicieni un nou stimulent pentru o și mai puternică mobilizare în vederea îndeplinirii marilor sarcini trasate de partid.

RECENZII

Turbinele uzinelor hidroelectrice. (Îndreptar pentru proiectare) Ed. a II-a revăzută și adăugită. Sub redacția prof. A. A. Morozov. Moscova-Leningrad, Gosenergoizdat, 1958, 510 pag.

Lucrarea recenzată nu este complet necunoscută specialiștilor noștri, deoarece o primă ediție, datînd din anul 1949, a fost consultată de cei interesați. Epuizarea rapidă a acestei ediții, ca și numeroasele realizări ale Uniunii Sovietice în domeniul construcției de echipament hidroenergetic, au justificat din plin apariția unei a doua ediții în 1958. În plus, această ediție apare sensibil îmbunătățită, atît prin completarea și mai buna organizare a materialului, cît și prin prezentare.

Numeroasele probleme atinse sînt tratate după următoarea schemă: se începe cu o parte teoretică, a fizicii fenomenelor, se fixează parametrii caracteristici și variația acestora, se continuă cu indicarea unei metode de calcul și criterii de alegere a echipamentelor, urmează capitole conținînd tipurile echipamentelor respective fabricate în U.R.S.S. cu caracteristicile și gabaritele lor și, în sfîrșit, exemple de calcul și de lucrări executate.

Lucrarea conține în total șase părți. Primele două părți tratează pe circa 200 de pagini problemele de bază ale teoriei turbinelor și reglajului agregatelor.

Într-un prim capitol se dau elemente de teoria similitudinii mașinilor hidraulice și se indică parametrii principali ai diferitelor tipuri de turbine. Urmează un capitol asupra camerelor spirale și aspiratoarelor, capitol în care se dau indicații asupra unor noi forme de aspiratoare de mare randament și de gabarite mai reduse. Tot în acest capitol se tratează cîteva aspecte ale ejecției, ca mijloc de mărire a căderii de lucru.

Al treilea capitol este unul din cele mai importante și utile, căci conține nomenclatura și caracteristicile universale ale turbinelor reactive fabricate în U.R.S.S., inclusiv ale celor mai noi rotori, cu mari calități energetice și anticavitaționale.

În mod cu totul amănunțit se tratează metodele de alegere a parametrilor principali ai turbinelor și de construire a caracteristicilor de exploatare, aceasta fiind una din problemele centrale ale lucrării. Autorii indică și unele metode noi de construire a caracteristicilor.

Reglajul turbinelor este expus în special sub aspectul funcționării diferitelor dispozitive: servomotare, instalația de ulei sub presiune, reglatoare. Se indică metode de calcul al garanției reglajului precum și al regimurilor tranzitorii (în cazul loviturii de berbec). Un aspect interesant tratat în această problemă este reglajul automat pe bază de program, care asigură regimul optim al agregatului în cazul loviturii de berbec.

Într-un capitol separat sînt tratate succint cîteva aspecte importante ale automatizării echipamentului hidromecanic.

Partea a III-a a lucrării se referă la echipamentul auxiliar al hidrocentralelor și anume: vane, gospodăria de ulei, compresoare, alimentarea cu apă industrială, instalațiile de pompare, aparataj de măsură a debitelor și nivelelor.

Foarte interesantă este partea a IV-a a lucrării, cuprinzînd date asupra unor agregate și uzine executate în Uniunea Sovietică și în alte țări. Sînt alcătuite tabele conținînd date amănunțite asupra turbinelor a peste 50 de hidrocentrale

din U.R.S.S. şi circa 100 din alte ţări. Dintre aceste amenajări, unele reprezintă realizări cu totul deosebite şi merită să fie citate : în primul rînd turbinele unicale de 126 000 kW şi 9,3 m diametru pentru hidrocentrala de la Kuibîşev, agregatele foarte compacte, cu crapodina pe capacul turbinei pentru amenajările Ţimilanskaia şi Narva, proiectele unor agregate gigantice de 200 000 kW, respectiv 292 000 putere unitară pentru uzinele în construcţie pe Angara şi Enisei.

Partea a V-a se referă la generatoarele uzinelor hidroelectrice şi cuprinde trei capitole : unul de date generale asupra puterii, turaţiei, randamentelor, reactanţelor, sistemelor de excitare etc., al doilea priveşte construcţia generatoarelor. Se ştie că nu turbinele, ci construcţia rotorilor generatoarelor cu ax vertical limitează mărirea puterii unitare a agregatelor. Realizarea unor maşini de 200 000 kW şi 292 000 kW putere unitară dovedeşte că specialiştii sovietici au acumulat o mare experienţă în învingerea dificultăţilor de construcţie a acestor generatoare.

Ultima parte a lucrării tratează numeroasele probleme ale montajului şi reparaţiei echipamentului hidroenergetic, ca de exemplu : subansamblurile şi calculul greutăţilor, căile de acces, depozitare şi magazii, mijloace de transport şi blocul de montaj, organizarea atelierelor de reparaţii. În mod special se dau indicaţii asupra maşinilor de ridicat şi în primul rînd asupra podurilor rulante.

Inginerii din ţara noastră ar fi dorit poate o tratare mai amănunţită a turbinelor destinate amenajărilor de mare cădere, care sînt frecvente la noi. În orice caz, cartea reprezintă un ajutor preţios pentru inginerii şi tehnicienii proiectanţi, precum şi pentru studenţii şi personalul didactic din institutele de specialitate.

Ing. E. Răzvan

DOCUMENTARE

Energetica generală

Perspectivele dezvoltării energeticii cehoslovace L. Kopec Energetika (CSR) (1958) nr. 9, p. 379—384;

CZ 621.311.1 (437)

Se tratează în paralel situaţia energeticii cehoslovace şi a lumii întregi. Autorul arată în diagrame şi tablouri izvoarele de energie primară (structură şi dinamică) din 1900 pînă în 1957 cînd s-a atins producţia mondială de 24.10^{12} kWh.

În diagramele privind consumurile specifice de energie în Europa se arată o creştere a consumului de la 300 kWh/loc. an cît era în anul 1930 la 730 kWh/loc. an în anul 1950, ajungînd ca în anul 1957 să fie 1000 kWh/an loc.

Republica Cehoslovacă ocupă locul patru în lume privind consumul specific de energie primară pe locuitor şi locul 16 cu 1 100 kWh/an loc pentru energia electrică (în articol se dau cifre asupra producţiei de cărbune, oţel, productivitatea muncii etc.).

Asupra dezvoltării de perspectivă se arată în tabela 1 creşterea anuală a producţiei şi a consumului de energie primară în ţările Uniunii Euratomului;

Tabela 1

Anul	Creşterea anuală a consumului de energie	Creşterea anuală a producţiei uniunii
1955—1965	3,5 %	4,3 %
1965—1975	2,6 %	3,1 %
1955—1975	3,1 %	3,6 %

Pentru alte ţări se arată că există două grupe mari : prima grupă are o creştere medie anuală a producţiei de energie electrică în perioada 1955—1960 de 60 % şi din ea fac parte : Franţa, Italia, Norvegia, Suedia, Anglia, C.S.R., R.D.G., R.F.G., Danemarca, Olanda, şi a doua grupă are o creştere de 13 % şi din ea fac parte : Austria, Finlanda, Ungaria, Polonia, Spania, Turcia, U.R.S.S., Iugoslavia.

Romînia are o creştere de circa 9,7 % iar Bulgaria de 16 %. Creşterea mondială a producţiei de energie electrică are o valoare medie de 7 %.

Creşterea anuală a consumului de energie electrică în C.S.R. în perioada 1920—1960 a avut următoarele valori : în perioada 1920—1929 a fost o creştere medie anuală de 9 %, în perioada 1933—1938 a fost o creştere medie anuală de 9,4 %, în perioada 1947—1957 a fost o creştere medie anuală de 10,4 %, după 1957 peste 10 %

Se dau în continuare date asupra consumului de energie pe ramuri industriale insistîndu-se în special asupra creşterii consumului pe cap de locuitor în agricultură (de peste 8,5 ori pînă în 1975).

În încheierea articolului se arată că pentru o perioadă de timp dată cota producţiei de energie electrică a statelor socialiste este în continuă creştere în totalul producţiei mondiale :

Anul		%	
1938		8,5	
1955		15,5	
1975	peste	35,0	*c.w.*

Căi noi de rezolvare a problemei vîrfului de sarcină în economia energetică. Kretschmre. W. „Energietechnik" vol. 8 (1958) nr. 10 p. 434—442, 10 fig., 1 tabelă.

CZ 621.311.22 : 621.311.153

Pentru rezolvarea problemei vîrfului de sarcină se propune un procedeu de cuplare, la care într-o centrală termoelectrică normală cu turbine de abur, cu încălzirea regenerativă a apei de alimentare, aceasta este încălzită de la o sursă străină, în perioada de vîrf.

Astfel, aburul de la prize devine liber pentru a produce energie electrică suplimentară. Se descriu două posibilităţi de utilizare a acestui procedeu, o dată folosind un preîncălzitor suplimentar de apă de alimentare cu combustibil lichid sau gazos sau utilizînd căldura gazelor de ardere de la o instalaţie pentru acoperirea vîrfului cu turbine cu gaze.

Se dau indicaţii cum se poate dezvolta uşor şi relativ ieftin acest procedeu pentru realizarea unei rezerve momentane.

Un calcul economic arată marile avantaje ale acestui procedeu atît în ceea ce priveşte investiţiile cît şi preţul de cost al kWh în orele de vîrf.

s.k.

Sarcinile puse de construirea centralelor electrice în septenalul 1959—1965 Novicov I. T. Teploenerghetica nr. 5 (59) p. 3—7, 2 tab., 1 fig.

CZ 621.311.1 : 621.311.22.001

În septenalul 1959—1965, urmează să se instaleze o putere de 58—60 000 MW; pentru asigurarea unui astfel de ritm şi pentru a folosi la optimum sumele ce se vor investi, trebuie urmată linia construirii cu precădere a centralelor arzînd gaze, păcură şi deşeuri de cărbune. Cifrele de control prevăd creşterea producţiei de gaze şi de ţiţei de la 31 % la 51 % şi scăderea producţiei de cărbune de la 60 % la 43 %.

Hotărîtor pentru realizarea planului de instalare este construirea de centrale de condensaţie foarte mari. În septenalul 1959—1965 se vor găsi în construcţie circa 40 centrale cu puteri de peste 500 MW, din care 17 cu puteri de ordinul 1 500—2 000 MW. În C.E.T. se vor instala grupuri de 50 şi 100 MW la parametrii 130 at. 565°C. Se întrevede construirea a circa 25 CGE cu putere totală de 600—700 MW şi puteri unitare de 50 şi 100 MW.

Se arată reducerea costului unitar şi a duratei de montaj rezultate din construirea centralelor pe gaze naturale şi din

execuția deschisă, precum și efectul automatizării complexe asupra reducerii de personal. Schema gospodăriei de cărbune și a apei tehnologice trebuie să fie simplificată.

Importanță mare asupra duratei și costului are pregătirea și folosirea de prefabricate. Țelurile propuse sînt realizabile cu concursul tuturor forțelor: institute științifice și de proiectare, organizații de construcție și montaj, fabrici constructoare etc.

c.d.

Problemele fundamentale ale dezvoltării centralelor termoelectrice. Tiurin P. I. Teploenerghetica nr. 5 (1959) p. 8—16, 2 tabele.

CZ 621.311.22.001

Se examinează dependența economică dintre parametrii aburului și puterea unitară a agregatelor din centralele termoelectrice, precum și problema amplasării centralelor electrice în raport cu bazele de combustibil.

După ce se definește puterea de rezervă și după ce se expun rezultatele calculelor economice de transport al energiei la distanțe mari, fie electric la tensiuni de 400 kW și 600 kW în curent alternativ sau în curent continuu, fie pe cale ferată cu tracțiune electrică sau cu abur, pe linii simple sau duble, se trag concluziile următoare: în privința stabilirii rationale a nivelului instalațiilor energetice (parametri, puteri unitare ș.a.),

1. Nivelul parametrilor este determinat de puterile unitare ale cazanelor și ale turbinelor, care la rîndul lor sînt condiționate de rezerva de putere din sistemul energetic și depind de importanța acestuia.

2. Tensiunea liniilor de transport—condiționată și ea de asigurarea rezervei—este determinată la rîndul său de puterile maxime unitare ale grupurilor.

3. Puterea maximă unitară rațională a grupurilor — condiționată de asigurarea rezervei în sistem—este de circa 4% din puterea instalată în sistem sau de circa 5% din sarcina maximă de iarnă.

4. Pînă în anul 1975, va fi mai rațional să se transporte cărbunele pe cale ferată (cu excepția turbei) decît să se transmită energia electrică, și deci centralele trebuie să fie instalate nu lîngă zăcămintele de cărbune, ci în centrele de consum.

c.d.

Utilizarea energiei eoliene Rodriguez G. „L'Equipament mecanique (1958) Nr. 4, p. 53—56, 4 fig.

CZ 621.548: 621.311.24(44)

Autorul consideră trei cazuri de producere a energiei electrice, cu ajutorul generatoarelor eoliene: instalații de mică putere funcționînd izolat ($D_{roții} = 8 \div 13$m)și instalații de putere mare ($D = 20$ m). Se descriu agregatele eoliene lente cu număr mare de pale pentru angrenarea pompelor cu piston și funcționarea lor. Diametrul maxim al roții la acest tip de agregate eoliene este în general de 7—8 m. Greutatea echipamentului mecanic și a stîlpului este de 4 500 kg, respectiv 2 500 kg la un diametru $D = 13$ m și o înălțime a stîlpului $H = 15$ și 1 400 kg respectiv 1 800 kg la un $D = 8$ m și $H = 15$. În continuare se analizează turbinele rapide de obicei tripale cu $D = 8$ și 13 m. Ele pot demara la un vînt mediu de 3 m/s. „Punerea în vînt" a instalației se face cu ajutorul a două vindrose. Înălțimea stîlpului prezentat este de $H = 15$ m fiind dimensionat pentru cazul de furtună excepțională cu viteze ale vîntului atingînd 180 și chiar 215 km/h. Producția de energie electrică variază în funcție de viteza vîntului.

S-a constatat la centralele experimentale că vitezele vîntului cuprinse între 3 și 12 m au bătut 78% din timp, vitezelor inferioare (neutilizabile) și superioare acestui diapazon revenindu-le 22%.

d.bf.

Reducerea energiei electrice prin generatoare eoliene (I) Vadot. L. „La Houille Blanche" **13** (1958) Nr. 5 p. 503—525, 25 fig.

CZ 621.548:621.311.24

Autorul prezintă aspecte ale producerii energiei electrice pe cale eoliană. Se expun relațiile fundamentale între putere, diametrul roții și vînt. Randamentul grupului eolian este comparat cu cel al unui helicopter care prin soluția sa constructivă reprezintă formula inversată a grupului eolian. La ambele randamentul este de circa 42÷43%. Se analizează turbulența mișcării aerului arătîndu-se că variația vitezei pe verticală prezintă interes la aprecierea următoarelor fenomene: repartiția energiei utilizabile pe suprafața „măturată" de roată; modificarea ciclului eforturilor asupra paletelor; deplasarea centrului de presiune; influența asupra randamentului aerodinamic al variațiilor ciclice a incidenței curentului relativ; influența asupra variației greutății și prețului mașinilor pe kWh produs în funcție de dimensiunile roții etc. Se dă energia produsă în kWh/m²/an funcție de viteza vîntului nominal pentru diferite viteze medii anuale. În partea a doua a articolului se studiază probleme constructive relative la partea mecanică și electrică: numărul, profilul și comportarea în funcționare a palelor; montajul lor pe butuc, poziția roții, tipul generatoarelor electrice etc. Autorul consideră trei variante posibile de producere a energiei în curent alternativ de frecvență constantă: transmisie intermediară între turbină și generator; generator asincron antrenat direct de turbină și cuplat la rețea; idem cu generator sincron. În încheiere autorul prezintă ultimul tip de generator eolian Neyrpic D-21 care produce la o roată de 21 m diametru și un vînt de 11 m/s 132 kW.

d.bf.

Termoenergetica

Calculul schemelor termice cu ajutorul legilor lui Kirchhoff Weissenbach B. „B.W.K." **10** (1958) Nr. 11, p.505—507, 4 fig.

CZ 621.311.1001.24:537.313

Folosind analogia între curentul electric și debitul unui fluid într-o conductă, cît și între tensiunea electrică și exergie se indică o metodă pentru calculul schemelor termice analog cu cele electrice.

Se analizează principial această analogie pentru mărimile utilizate în termotehnică stabilind corespondentul lor în electrotehnică.

Se formulează pentru schemele termice legile lui Kirchhoff într-o formă mai generală.

Se asimilează diferitele agregate și mașini termice cu elemente de circuit electric, dîndu-se exemple practice pentru o serie de agregate cît și pentru o schemă completă.

s.k.

Folosirea gazelor ca necesitate a economiei energetice Schreiber R. „Energie" **10** (1958) Nr. 2, p. 41—44, 1 fig., 3 tab.

CZ 620.9: 662.764

Pe baza datelor tehnico-economice asupra prețului căldurii utile și a bilanțurilor energetice, precum și a dinamicii consumului de gaze pe planul mondial și în diferite țări se prezintă avantajele utilizării gazului ca combustibil și posibilitățile acestuia de a înlocui cu succes alți purtători de energie.

Se studiază problema înlocuirii energiei electrice cu gaz la utilizările acesteia pentru producerea de căldură și consecințele ce le are această înlocuire în problema acoperirii necesarului de energie.

Se arată perspectivele de dezvoltare a consumului de gaze și efectele acestei dezvoltări asupra economiei energetice.

s.k.

Turbina de aer cald cu combustibil gaze naturale la Tovotomi Targun F. Frutschi H.-Schweitzer Bauztg **76** (1958) nr. 39, p. 579—582.

CZ 621.438

În nordul insulei Hokkaido (Japonia) s-a pus în funcțiune o turbină de aer cald (licență Escher-Wyss) asemănătoare celei din Ravensburg a firmei de mai sus. Încălzirea preîncălzitorului de aer se face cu gaze naturale (nu cu cărbune pulverizat) dintr-o sursă de la 1 000 m adîncime. Aerul de ardere este comprimat la 31 ata și încălzit la 370° după care intră în preîncălzitor unde i se ridică temperatura la 660°C.

În turbină aerul se destinde de la 30,8 ata la 8,2. Compresorul necesită circa 2/3 din puterea totală, restul este transmis prin intermediul unui reductor de la turația de 13 000 ture/minut (turația turbinei și compresorului) unui generator de 2 200 kW.

Reglajul turbinei se face cantitativ – greutatea aerului vehiculat fiind variabilă.

f.w.

Corodarea ţevilor de ecran sub depuneri Meiklir M. V. Energhetic 1 (59) p. 13–14, 2 fig., 1 tabelă.

CZ 621.181.004.64

Într-o C.E.T. echipată cu cazane de 140 t/h, 100 at, 500 °C, au apărut frecvente spargeri de ţevi la 3 cazane după circa 1 an de funcţionare*). Sub depunerile, constînd din 65% Fe_2O_3 şi 15% CuO, s-au găsit coroziuni puternice provocate de oxizii de fier şi de cupru care acţionau catodic faţă de metalul ţevilor.

Spargerile ţevilor din compartimentul curat au avut loc în majoritatea cazurilor imediat deasupra sudurilor, unde se găseau şi depunerile, iar cele ale ţevilor din compartimentul salin au avut loc în genere la coturi. Depunerile deasupra sudurilor erau favorizate de inelele de sudură interioare rezultate la sudarea automată în fabrică şi prelucrate insuficient.

Conţinutul mare de oxizi : oxid de fier 0,20–0,30 mg/l, faţă de cifra normală 0,05 mg/l şi oxid de cupru 0,10 mg/l faţă de 0,03 mg/l, în apa de alimentare era datorat conţinutului ridicat de oxid de fier al condensatului restituit din industriile alimentate şi alcalinităţii carbonatice ridicate a acestui condensat, precum şi faptului că pentru apa de adaos, se folosea nu direct apa de rîu, ci aceasta după trecerea prin turnurile de răcire.

Interesant este că spargeri n-au avut loc la primele două cazane, deşi acestea aveau o perioadă de funcţionare de circa 4 ani, dîndu-se următoarea explicaţie : în primii 2 ani (în care condensatul din industrii nu se restituia) s-a format pătura protectoare anticorozivă.

Se trage concluzia că cu o apă de calitate satisfăcătoare nu sînt de temut spargeri de ţevi prin corodare şi că corodarea sub depuneri este încetinită prin creşterea conţinutului de fosfat. În cazul C.E.T. examinate, în care conţinutul de fosfat în compartimentul curat era de 10÷15 mg/l, iar raportul între trepte de 3÷5, acţiunea de frînare a fosfatului a fost însă mică.

c.d.

Centrala termoelectrică Bordeaux – Ambès (Gironde – Franţa) Electricité Nr. **255**, decembrie 1958, p. 409.

CZ 621.311.22

Centrala termoelectrică de la Bordeaux – Ambès a fost începută din anul 1956 şi se găseşte pe malul drept al fluviului Gironde în peninsula Bec d'Ambès.

În prima etapă este prevăzut să se instaleze două grupuri de 125 MW care alimentează oraşul Bordeaux şi regiunea, surplusul fiind eventual exportat.

Terenul şi disponibilităţile de apă de răcire permit o extindere pînă la 1 000 MW.

Toate grupurile vor fi de acelaşi tip şi vor avea caracteristicile :

turbina 125 MW ; generatorul şi transformatorul 150 MVA ; cazanul 400 t/h ; parametrii de abur : 127 kg/cm² ; 540°C cu supraîncălzire intermediară la 27 kg/cm², 540°C.

Fiind amplasată în apropierea rafinăriilor Esso şi Caltex şi în apropierea conductei de gaze Langon – Ambès, centrala este prevăzută să folosească combustibil gaze şi păcură.

Staţia electrică de înaltă tensiune se va amplasa în apropierea CTE şi va fi punctul de plecare a unei linii de 380 kV.

Centrala Ambès va fi de tip exterior, nici un utilaj nefiind montat în clădiri. Se face prin aceasta o experienţă care va permite să se compare economia datorită suprimării clădirilor cu surplusul de cheltuieli de exploatare şi întreţinere.

Primul grup va intra în funcţiune în anul 1959

c.m.

Extinderea unei mari CTE Rakita S. S. Electriceschie stanţii 1959, nr. 1, p. 11–17.

CZ 621.311.22.002

În U.R.S.S. extinderea centralelor termoelectrice existente este o problemă de primă importanţă, întrucît permite mărirea puterii instalate a ţării cu cheltuieli de investiţie reduse.

*) Se menţionează că defecte similare au apărut şi în cazanele din centralele noastre.

În articol se descrie extinderea unei mari CTE de 600 MW cu parametrii aburului viu la intrarea în turbine de 90 ata şi 500°C. Extinderea se prevede să se facă pînă la o putere totală de 1 000 MV cu agregate de 200 MV fiecare, de tipul PVK–200 la parametrii aburului la intrarea în turbina de 130 ata şi 565°C. Fiecare turbină va avea posibilitatea să livreze pentru termoficare 15 Gcal/h la 2,63 ata. Turbinele de 200 MW se vor instala în bloc cu cazane de tipul PK–33–83 de 640 t/h cu supraîncălzire intermediară pînă la 570°C. Temperatura gazelor de ardere la ieşire din cazan este de 140°C, iar randamentul cazanelor este de 91,2–92,1% în funcţie de cărbunele care se foloseşte. Costul unui kW instalat în partea extinsă a CTE este de 680 ruble, în care se include şi costul coloniei muncitoreşti, al staţiilor electrice etc. Costul energiei electrice va fi de 4,8 copeici/kWh, iar randamentul părţii extinse a CTE de 35,5%.

g.c.

Electroenergetica

Cîteva probleme privind proiectarea şi exploatarea staţiilor coborîtoare. Sîromiatnicov A. I., Electriceschie stanţii, anul XXIX (1958) nr. 2, pag. 78/81, 6 fig.

CZ 621.316.262.001/4

În legătură cu necesitatea de a lărgi baza energetică a ţării şi a mări numărul staţiilor ce vor fi instalate în sisteme energetice, se impune să se simplifice schemele electrice ale acestor staţii. În afară de introducerea staţiilor fără personal permanent de exploatare şi utilizarea pe scară largă a automatizării şi telemecanizării, capătă o importanţă tot mai mare, în prezent, utilizarea staţiilor fără întreruptoare pe partea de înaltă tensiune. În acest caz, pentru protecţia transformatorului se utilizează separatoare de scurtcircuitare, iar manevra obişnuită de deschidere şi închidere a circuitelor se face cu separatoare obişnuite, acţionate automat. În prezent, uzina Electroaparataj construieşte separatoare de scurtcircuitare monofazate cu dispoztiiv de acţionare P.R.B.A., pentru 110 kV. În planul de lucru este prevăzută construirea separatoarelor trifazate de scurtcircuitare pentru tensiunea de 35 kV şi în curînd se vor construi tipuri pentru toată gama 35 – 220 kV. În multe cazuri s-au folosit separatoare de scurtcircuitare construite cu mijloace locale, cum ar fi un separator trifazat pentru 100 kV proiectat de filiala TEP din Harkov (inv. 4 878 E) şi un separator de scurtcircuitare monofazat cu separator cu acţionare pneumatică. Autorul prezintă schemele tipice de realizare a staţiilor cu unul şi două transformatoare racordate la unul sau două linii avînd alimentare radială sau bilaterală. Utilizarea acestui tip de staţii pînă la tensiunea de 220 kV ridică problema construirii de către fabricile de transformatoare a unor unităţi trifazate de 220 kV 15÷20 MVA. După datele TEP, economiile ce se realizează prin remontarea la întreruptoare sînt de 0,7 mil. ruble pentru staţii de 35/10 kV de 2 × 5,6 MVA, de 1,25 milioane ruble pentru staţii de 110/10 kV de 2 × 10 MVA şi de 4 milioane ruble pentru staţii de 220/110/10 kV de 2 × × 30 MVA.

Indici economici extrem de favorabili prezintă şi staţiile prefabricate, cum ar fi tipul KTP 110/10 kV, construite la fabrica Electroscit şi care costă (fără transformator şi fundaţii) circa 90 000 ruble.

Un domeniu nou şi foarte favorabil de utilizare a staţiilor fără întreruptoare este schema bloc linie transformator sau autotransformator fără întreruptor pe partea de înaltă tensiune. Aceste scheme prezintă mari avantaje în cazul trecerii anumitor linii la tensiune superioară. De asemenea, se consideră că pentru staţiile de alimentare a căilor ferate este indicată utilizarea unor scheme fără întreruptoare pe partea de înaltă tensiune, care pot aduce economii de 50 milioane ruble pe an.

Experienţa de exploatare confirmă posibilitatea utilizării separatorului obişnuit RLN pentru deconectarea în gol a transformatorului. Au fost făcute încercări cu rezultate satisfăcătoare cu transformatoare de 110 kV de 10 – 31,5 MVA şi de 35 kV pînă la 20 MVA. Pentru instalaţii noi, distanţa între fazele separatorului trebuie mărită la 2,5 m în loc de 2 m şi unghiul de deschidere la 70° în loc de 50°.

La curenţi de magnetizare mai mari, în cazul utilizării unui transformator mai puternic, se pot utiliza separatoare cu

suflaj care sînt actualmente în construcție la Latvenergo pentru 110 kV. *a.r.*

Despre suprasarcinile admisibile ale cablurilor în regim de avarie și de lucru D. S. Livșiț și S. M. Meserman, Electricestvo (**78**) 1958 nr. 7, 5 fig.

CZ 621.3.016.34 : 621.315.2.004

Articolul analizează o problemă extrem de importantă, a alegerii raționale a secțiunii cablurilor. Se expun indicațiile din prescripțiile de exploatare tehnică din 1950 și 1957, arătîndu-se că față de situația din trecut s-a adus o îmbunătățire prin admiterea supraîncărcării cablurilor pe timp de cinci zile cu 30% peste curentul nominal în cazul cînd înainte cablul a fost încărcat cu 80% din curentul nominal. Autorii arată însă că această indicație nu este suficient de concludentă pe de o parte deoarece poate duce la supradimensionări în continuare, iar pe de altă parte dacă se face calculul termic la avarie se constată că starea inițială de încărcare a cablului la 80% sau 100% are influență mică asupra încălzirii ulterioare. Autorii propun efectuarea calculului termic concomitent cu calculul la îmbătrînire pornind de la ideea ca în regim de avarie supraîncărcarea cablului să nu ducă la o îmbătrînire accentuată a cablului. În plus dimensionarea în regim normal a cablurilor care funcționează cu sarcină variabilă trebuie făcută ținînd cont de faptul ca îmbătrînirea cablului pe o perioadă dată să fie egală cu îmbătrînirea corespunzătoare unui regim de funcționare cu sarcină uniformă egală cu cea nominală. *d.m.*

Despre stațiile de 110/35/6—10 kV cu transformatoare de 31,5 și 40 MVA fără reactoare (articol publicat pentru discuție). V. A. Șeronov, Electriceschie stanții, anul **XXIX** (1958) nr. 11, noiembrie, 2 pag., 1 fig., 1 tabelă.

CZ 621.316.262.001

Autorul atacă soluția tip propusă de Teploelectroproiect și descrisă în broșura lui Dvoschin „Reactoare scindate" (Gosenergoizdat 1957), în care prin montarea reactoarelor în circuitul transformatoarelor, puterile de scurtcircuit pe barele de 6 kV— respectiv de 10 kV—se limitează la 200 și 350 MVA, deci la puterea de rupere a întreruptoarelor MVG -133.

În articol, autorul arată că pentru stațiile de 2 × 20 MVA pînă la 2 × 31,5 MVA, schema simplă fără nici un reactor în circuitul transformatoarelor lucrînd și pe partea de 35 kV pe secții de bare separate este mult mai economică (Schema TEP prevede funcționarea pe partea de 6—10 kV pe secții separate). Încercarea inegală a transformatoarelor care duce la pierderi suplimentare este neglijabilă față de pierderile de circa 14 kW în regim normal în reactoare. Economia de cupru este de 12 tone, reprezentînd trei celule cu întreruptoare grele MGG-10, două celule de măsură și șase faze reactoare scindate. Siguranța schemei folosind anclanșarea automată a rezervei este la fel cu cea din schema tip.

Sigur că în unele cazuri în care se face alimentarea unei uzini mari cu multe motoare la tensiunea de 6 kV, schema cu reactoare scindate se impune, însă aceste stații sînt mai rare. Pentru stații cu transformatoare de 40 MVA, raționamentele sînt valabile în cazul tensiunii de 10 kV. *d.m.*

Cauzele putrezirii rapide a stîlpilor de lemn la liniile electrice aeriene (Redacția a remarcat importanța problemei, cerînd aplicarea largă a măsurilor propuse) I. N. I. Scavronschii, Electriceschie stanții, anul **XXIX** (1958), noiembrie, nr. 11. 2 pag., 1 tabelă

CZ 621.315.668.1.004.4

Articolul prezintă concluziile unui studiu amănunțit efectuat la Fabrica de impregnat stîlpi din Leningrad și pe baza datelor statistice.

Autorul ajunge la concluzii extrem de interesante cu privire la tehnologia impregnării stîlpilor, atît în ceea ce privește felul defectuos cum se face impregnarea, cît și alegerea antisepticului cu care se impregnează.

S-a constatat că dacă umiditatea stîlpului înaintea impregnării depășește valoarea de 25% (prescrisă prin GOST), impregnarea este de suprafață și umiditatea rămasă în interior favorizează putrezirea lemnului. Folosirea uleiului TU-392-51 în loc de ulei de creozot duce de asemenea la putrezirea mai rapidă a stîlpilor, uleiul TU-392-51 fiind mai viscos și fiind spălat mai ușor de ploi.

Statistica a arătat că durata medie după care a început să se înlocuiască stîlpii la linii variază astfel:

— Stîlpi uscați impregnați cu creozot 13—15 ani.
— Stîlpi umezi impregnați cu creozot 7—8 ani.
— Stîlpi neimpregnați 6—7 ani.
— Stîlpi umezi impregnați cu TU-392-51 5—6 ani.

Autorul dă exemplul unei impregnări corecte a liniei Magnitogorsc-Zlatonsk, construite în 1933—1937, avînd lungimea de 200 km, tensiunea de 220 kV și la care pînă în prezent s-au schimbat 41% din adaoși și 7% din montanți. Autorul recomandă folosirea numai a stîlpilor uscați și creozotați. *d.m.*

Alegerea unui tip corespunzător de stîlp de susținere pentru linii de 380 kV în R.D.G. Lotsch F. Energietechnik vol. **8** (1958) nr. 6, p 251/254, 4 fig.

CZ 621.315.66 : 621.3.027.7/8 001

Sînt prezentate pozele stîlpilor de susținere pentru 380 kV din Suedia, U.R.S.S., Finlanda, Anglia, R.F.G. și Franța. Cu excepția U.R.S.S. și Franța, unde au fost utilizate pînă în prezent numai linii cu simplu circuit, celelalte țări utilizează pentru 380 kV stîlpi pentru dublu circuit cu scopul de a economisi terenul în zone aglomerate. În R.D.G. liniile de 110 și 220 kV au folosit, cu foarte puține excepții, numai stîlpi pentru dublu circuit. În timp ce pînă în anul 1945 numai în zonele Brunderburg și Mecklenburg s-au utilizat stîlpi pe un singur picior cu o singură traversă cu șase conductoare active, în prezent această construcție este normalizată în R.D.G. pentru liniile de 110 și 220 kV. Autorul ridică problema adaptării unui tip similar de stîlpi portali — însă cu două și trei picioare—și pentru 380 kV. Acești stîlpi sînt comparați cu stîlpul tip Dunăre (cu două console) folosit pentru liniile de 380 kV din R.F.G. Se ajunge la concluzia că stîlpul portal este mai avantajos față de stîlpul tip Dunăre:

1. Puterea naturală este în general mai mare cu circa 30 MW;

2. Consumul de laminate este aproximativ același (13÷15 t);

3. Fundațiile stîlpului portal pot fi monobloc prefabricate;

4. Lucrările de montaj sînt mai ușoare;

5. Lucrul sub tensiune poate fi efectuat mult mai ușor la tipul de stîlp portal. La stîlpi tip Dunăre distanțele trebuie mărite;

6. Tipul portal cu dispoziția orizontală a conductoarelor permite o inspecție mai ușoară a acestora;

7. Datorită faptului că înălțimea stîlpului portal este mult mai redusă decît a stîlpului Dunăre (circa 30 m față de circa 50 m) expunerea la descărcări atmosferice este mult redusă;

8. Stîlpii portali implică culoare mari de trecere și o suprafață relativ mare pentru fundare, valori care rămîn totuși în limite acceptabile. *a.r.*

Influența freevenței și anotimpului asupra gradului de compensare a unei rețele de 110 kV. (Dtsch Elektrotechnik vol. **12** (1958) Nr. 6, p 195.

CZ 621.316.13 : 621.3.07

Problema modului de tratare a neutrului rețelelor de 110 kV este încă în Germania (R.D.G.) o chestiune controversată: legare directă la pămînt sau prin bobină de stingere. În scopul lămuririi aspectelor tehnice au fost făcute în rețeaua sudică de 2 800 km lungime o serie de încercări privind curba de rezonanță a tensiunii reziduale (tensiune de deplasare a punctului neutru). S-a constatat că valorile tensiunii reziduale prezintă o mare dispersiune care depinde de configurația rețelei și de anotimp, ambele avînd influență asupra mărimii curentului capacitiv. Diferența de temperatură și deci de săgeată creează în timp variații ale curentului capacitiv cu −10 A÷ + 40 A (rețea cu circa 800 A curent capacitiv). Variații de frecvență între 49,2÷50,6 Hz produc o deplasare a punctului de rezonanță (curba tensiunea de deplasare a punctului neutru — curent capacitiv) de 42,5 A. În acest fel rețelele ușor supracompensate pot deveni subcompensate. Încercări experimentale cu puneri la pămînt efectuate în octombrie 1956 au arătat că la un curent capacitiv total de 800 A apare un curent rezidual a cărui componentă activă este de 25 A. S-a dovedit că și la supracompensări de 136 A arcul produs

de punerea la pămînt se stinge după 50 ms şi nu au apărut duble puneri la pămînt. Aceste experienţe arată avantajele importante ale legării la pămînt a neutrului prin bobină de stingere.

a.r.

Determinarea curenţilor de scurtcircuit cu modelul de reţea la curent continuu. Wacarda G. Dtsch. Elektrotechnik vol **12** (1958) nr. 6, p 184—190, 8 fig.

CZ 621.3.014.1.001.57

Curenţii de scurtcircuit pot fi cercetaţi prin trei metode :

a) prin cercetări făcute în reţele ;

b) prin măsurători pe modelele de reţea şi

c) prin calcul.

În articol se prezintă problema utilizării modelului de reţea de curent continuu pentru calculul curenţilor de scurtcircuit trifazat şi monofazat (pentru reţele cu neutrul direct legat la pămînt). Pînă în prezent R.D.G. nu dispune de un model de curent alternativ.

Modelarea elementelor schemei electrice se face pe modelul (masa) de curent continuu utilizînd valoarea în ohmi a reactanţei pentru maşini şi transformatoare şi a impedanţei pentru linii şi cabluri la o anumită scară $m_z = \frac{z'_v}{Z_v}$, unde z'_v este valoarea în Ω a rezistenţei modelate, iar z_v este valoarea efectivă a elementului respectiv. Modelul de curent continuu permite să se determine impedanţa (modulul) rezultată în raport cu punctul de scurtcircuit Z_{rez}.

Curentul de scurtcircuit (componenta alternativă I_{sa}) este determinat de relaţia $I_{sa} = E''/Z_{rez}$ unde E'' este forţa electromotoare supratranzitorie a maşinii $E'' \simeq 1{,}1\ U$ pe care o notăm E_λ.

Valoarea forţei electromotrice luată pe model este aproximativ $E'_\lambda\ (V) \simeq k \sqrt{z'_{rez}}(\Omega)$ unde $K = 1 \div 2$. În acest caz scara tensiunilor este $m_u = \frac{E'_\lambda}{E_\lambda}$. Din valoarea scării pentru impedanţe şi tensiuni rezultă scara pentru curenţi $m_I = \frac{m_u}{m_z}$

Valoarea curentului de scurtcircuit (componenta alternativă de şoc) $\dot{I}_{sa_v} = \frac{\dot{I}'_{sa_v}}{m_I} = \frac{U'_v}{U'_v\, m_I} = \frac{U'_v}{Z_v\, m_u}$.

Modelul de reţea trebuie să permită determinarea raportului curentului pentru a se stabili aportul diverselor surse generatoare.

Articolul este însoţit de două exemple de aplicare a modelului de reţea de curent continuu pentru două situaţii concrete.

a.r.

Hidroenergetica

Mărirea productivităţii uzinelor hidroelectrice de cădere mică. Bernştein L. B. 4 Ghidrotehnicesk Stroitelstvo **28** (1959) 1, p. 33—41.

CZ 621.311.21.001

În urma unei analize a condiţiilor de alcătuire a uzinelor hidroelectrice de joasă cădere se pot trage următoarele concluzii :

1. Utilizarea unei scheme care să evite schimbările de direcţie ale apei şi a unor turbine monobloc permite executarea lucrării în proporţie de 80 % din prefabricate şi reduce de patru ori volumul de beton pe kW ; toate acestea reduc timpul de execuţie.

2. Cuprinderea în agregatul monobloc a turbinei şi a generatorului permite mărirea capacităţii de înghiţire şi deci a puterii cu 70 %.

3. Realizarea celor mai mari turbine cu ax orizontal pentru uzina Kama şi experienţa cercetătorilor sovietici (B. K. Aleksandrov, V. S. Kiviatkovski, colectivele Ghidroenergoproect, V. I. G. M., L.M.Z., ş.a.) creează premizele utilizării unor scheme simple la noile uzine în curs de execuţie sau proiectare.

a.f.

Automatizarea uzinelor hidroelectrice în Cehoslovacia L. Petkancin Elektroenerghia (R.P.B.) **10** (1959), 1, 14—16

CZ 621.311.21.001

Problemele care se pun, din punct de vedere al automatizării, hidroenergeticienilor cehi sînt :

1. Automatizarea centralelor vechi de mică putere (sub 100 kW).

2. Automatizarea centralelor vechi de putere mijlocie.

3. Automatizarea noilor centrale.

Primele nu se automatizează decît în cazul în care rentabilitatea automatizării poate fi dovedită. La centralele de categoria doua se automatizează în primul rînd operaţiile pentru cazurile de avarie, comanda lor rămînînd manuală. În sfîrşit la noile centrale hidroelectrice problema automatizării diferitelor operaţii este studiată separat. În general se caută să se meargă pe linia telecomandării operaţiilor de la un singur punct de comandă, automatizîndu-se numai o parte din operaţii dintre care pot fi citate trecerea generatoarelor la funcţionarea ca compensatoare şi problemele de reglaj al nivelului apei.

Merită să fie amintit, printre aparatajul automat elaborat, regulatorul de viteză cu pendul hidraulic inventat de prof. Nehler.

Prima centrală hidroelectrică cehoslovacă a fost construită în anul 1932—1933. Dintre cele executate ulterior se amintesc U.H.C. Kniniciki şi Pastvini.

a.f.

Amenajarea hidroelectrică Pirttikoski H. Sistonen. Water Power **11** (1959) 3, 86—91.

CZ 621.311.21

În cursul anului 1959 va fi terminată execuţia U.H.E. Pirttikoski din nordul Finlandei. Rîul Kemi pe care este construită uzina are un debit modul de 283 m³/s, cu debite extreme 65 m³/s şi 2 150 m³/s. Uzina cuprinde următoarele uvraje importante :

— barajul de pămînt cu simbure central de circa 15 m înălţime, 170 m lungime la coronament şi de 7 m lăţime la coronament şi 18 m la bază ;

— două deversoare frontale, unul pe fiecare mal ;

— prizele urmate de galeriile forţate, cîte una pentru fiecare grup ;

— centrala echipată cu două turbine Kaplan a cîte 250 m³/s, 26,5 m, 60 MW ;

— camera de echilibru aval ;

— galeria de fugă sub presiune de 350 m² secţiune, urmată de un canal de fugă, totalizînd trei km lungime ;

— instalaţia de evacuare a buştenilor cu o capacitate de 10 000 buşteni pe oră.

a.f

Centrala Stornorrfors, The Engineer (1958), vol. **206**, p. 941—44, 13 figuri.

CZ 721.311.21

La 1 octombrie 1958 s-a dat în exploatare primul grup al C.H.E. Stornorrfors din Suedia. Cu o putere instalată de 375 MW, această centrală, care are posibilităţi de extindere pînă la 500 MW, este cea mai mare din Suedia,

Centrala este amenajată pe rîul Ume, aproape de vărsarea acestuia în marea Baltică. Debitul mediu la captările centralei este de 442 m³/s, iar căderea brută a amenajării este de 75 m. Regularizarea debitelor rîului se face într-un şir de lacuri naturale, dintre care cel mai mare este lacul Storuman cu o capacitate de 1 390 mil. m³.

Schema de amenajare cuprinde următoarele elemente principale :

a) trei baraje din anrocamente avînd o lungime totală de 525 m, cel mai înalt fiind de 13 m. ;

b) un canal de aducţiune de 2 400 m excavat în mare parte în stîncă cu o secţiune de 410 m² ;

c) trei galerii forţate verticale avînd diametrul de 8 m ;

d) centrala subterană echipată cu trei grupuri Francis de 125 MW şi

e) o galerie de fugă de 3 950 m cu o secţiune de 390 m² şi înălţime de 26,5 m.

Centrala este remarcabilă prin volumul mare de lucrări în stîncă ; se apreciază că s-au realizat cele mai mari excavaţii cunoscute pînă în prezent (cu excepţia unor sisteme de

transport subteran), depășindu-se 2 450 000 m^3 excavați în pămînt și 2 600 000 m^3 excavați în stîncă.

Cu tot volumul mare de lucrări, centrala este deosebit de economică, avînd un cost specific de 36/kV instalat. Această cifră reprezintă aproximativ o treime din costul mediu al unor amenajări similare.

l.h.

Energetica nucleară

Despre parametrii optimi ai ciclului termic la centralele atomoelectrice Dațcovschi V. M. Atomnaia Energhia nr. 10/1958, p. 460—462

CZ 621.311.25: 621.039

Parametrii optimi ai ciclului termic la centralele atomoelectrice pe lîngă alte mărimi depind și de temperatura maximă admisibilă a elementelor-surse, de căldura și de degajările cosinusoidale din reactor. În baza analizării cîtorva cicluri, autorul a ajuns printre altele la concluziile următoare:

1. Obținerea puterii maxime a C.A.E. la suprafața de cedare de căldură dată are loc la o temperatură medie aritmetică a agentului termic în reactor T_{mediu}.

2. Puterea turbinelor C.A.E. va fi cu atît mai mare cu cît este mai mică creșterea totală a temperaturii agentului termic în reactor ΔT. Valoarea optimă a ΔT este de $\Delta T = 100°C$.

3. Folosirea ciclului regenerativ, care mărește temperatura medie la C.A.E., are un caracter deosebit față de folosirea regenerației la C.T.E. Aceasta se folosește atunci cînd se urmărește reducerea umidității după turbine sau alte efecte fizice.

g.c.

Folosirea complexă a minereurilor de uraniu. Nevski B. V. Atomnaia Energhia nr. 1/1959. p. 5—13

CZ 669: 539.163.004

Foarte multe minereuri de uraniu conțin o serie de componente, care pot fi extrase în același timp cu uraniul propriu-zis în condiții mult mai rentabile decît în cazul extragerii separate.

Această problemă apare mai necesară pe măsură ce zăcămintele foarte bogate în minereu de uraniu de mare concentrație sînt din plin exploatate, iar folosirea uraniului pe scară mondială, pentru diferite scopuri, crește vertiginos. În articol se analizează extragerea complexă din minereurile de: aur — uraniu, uraniu-vanadiu, uraniu-cupru, uraniu-pirite, niobiu-tantal-uraniu, uraniu-molibden și altele.

g.c.

Planul de dezvoltare a energeticii nucleare în Japonia, Atomnaia Energhia nr. 1/1959, p. 80—84.

CZ 621.311.1: 621.039 (52)

Producția de energie electrică a Japoniei va crește de la $61{,}1 \cdot 10^9$kWh, cît s-a produs în 1956 la 185.10^9 kWh pînă în anul 1975. Pentru a mări autonomia țării în problema asigurării cu combustibil se prevede construirea unor mari CAE, a căror putere totală va crește pînă în anul 1975 pînă la circa 7 050 MW. Prima CAE de 150 MW va fi construită în anul 1962.

Industria japoneză produce, începînd cu anul 1957, reactoare nucleare de tipul J.R.R. Ultimul reactor de tipul J.R.R.-3 este proiectat în întregime în Japonia.

Întrucît flota marină este unul dintre marii consumatori de combustibil ai țării, energeticienii japonezi se preocupă cu echiparea vaselor cu reactoare nucleare. Astfel, s-au construit cu reactoare nucleare două mari vase de pasageri de o capacitate de 2 500 pasageri și 8 000 t greutate utilă și un submarin petrolifer de 30 000 t greutate utilă. Puterea termică a reactoarelor celor două vase este de 180 MW fiecare și produc abur la 140 ata și 259°C.

g.c.

Producerea pe scară industrială a apei grele. Sakodînski K. I., Atomnaia Energhia nr. 1/1959, p. 14—19.

CZ 621.039

În domeniul tehnicii nucleare, apa grea este elementul care capătă o utilizare din ce în ce mai mare. În reactoare nucleare apa grea poate servi în același timp drept moderator și agent termic. Deuteriul este, de asemenea, elementul care în viitor poate servi drept combustibil. În tabelă se dă creșterea producției mondiale a apei grele între anii 1935—1960.

Anul	1935	1940	1945	1950	1955	1960
Producția t/an	0,002	1,5	21	28,5	328,5	~510,5

În articol se face o analiză asupra folosirii și obținerii apei grele în diferite țări, precum și planurile de dezvoltare a producției apei grele în viitorii ani.

g.c.

ELEKTRIM

furnizează următorul aparataj de înaltă tensiune:

— întreruptoare cu ulei puțin, de interior, cu comandă manuală sau cu motor;

— separatoare monopolare sau tripolare;

— transformatoare de intensitate și de tensiune de diferite tipuri;

— descărcătoare cu rezistențe variabile pentru tensiuni pînă la 110 kV și curenți pînă la 10 kA.

Toate ofertele și cererile de lămuriri se vor adresa Elektrimu-ului.

Pentru orice informații adresați-vă la:

AMBASADA POLONIEI
CONSILIERUL COMERCIAL
B-d Generalisimul Stalin Nr. 24 — București

Elektrim

SOCIETATE POLONEZĂ CU RESPONSABILITATE LIMITATĂ DE COMERȚ EXTERIOR
PENTRU ECHIPAMENT ELECTROTEHNIC
VARȘOVIA, CZACKIEGO 15/17, POLONIA.
ADRESA TELEGRAFICĂ: **ELEKTRIM WARSZAWA.**

СОДЕРЖАНИЕ

* * *: Для подъёма бытового уровня, трудящихся, стр. 369

* * *: Совещание „Тепловое хозяйство в промышленности", стр. 371

Marcu B.: Развитие промышленной энергетики в Р.Н.Р. после 23 Августа 1944-года, стр. 377

Schwefelberg A.: Сотрудничество Р.Н.Р. с братскими социалистическими странами, в области электроэнергии и ее роль в развитии электроэнергетики нашей страны, стр. 380

Comănescu T.: Энергетическая деятельность на помощь развитию нефтяной промышленности, стр. 383

ДК 621.311.25

Biener M.: Возможности и перспективы энергетического использования солнечных излучений.

Излагается характеристика и основные закономерности использования энергии солнечных излучений. Анализируются дальнейшие перспективы этой формы энергии.

На основе ряда конкретных данных отмечается целесообразность и своевременность постановки исследований по данному вопросу в РНР.

Energetica VII (1959) № 9, стр. 385

ДК 621.187.12/15

Stanisavlievici L.: Нынешние тенденции в обработке воды для котлов сверхвысокого давления.

Общей тенденцией в вопросе обработки воды для котлов сверхвысокого давления является деминерализация ионовыми массами Имеется возможность осуществления разнообразных схем, подходящих для различных нужд, причем получаемая вода качественно выше дистиллата.

Отмечается необходимость в деминерализации конденсата и в интенсивной дегазации питательной воды; современная техника допускает осуществление данных операций. В статье проводится обзор нынешнего положения в этой области.

Energetica VII (1959) № 9, стр. 390

ДК 621.316.262.001.2

Raşcu P.: Новое решение в области размещения электрооборудования внешних распределительно-трансформаторных подстанции полувысокого типа.

На основе нового решения монтажа разъединителей на внешних подстанциях полувысокого типа, описывается сравнительно с классическими решениями, новое размещение предлагаемое для электрооборудования в виде ячеек, причем указываются достигаемые экономические результаты.

Energetica VII (1959) № 9, стр. 394

INHALTSVERZEICHNIS

* * * **Für die Steigerung des Lebensstandards der Werktätigen**, S. 369

* * * **Die Tagung „Industrielle Wärmewirtschaft"**, S. 371.

Marcu B.: **Die Entwicklung der Energiewirtschaft im industriellen Sektor der R.V.R. nach dem 23 August 1944**, S. 377

Schwefelberg A.: **Die Zusammenarbeit zwischen der R.V.R. und den sozialistischen Ländern auf dem Gebiete der Energiewirtschaft und ihre Bedeutung für die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft unseres Landes**, S. 380.

Comănescu T.: **Die Elektrizitätswirtschaft im Dienste der Entwicklung der Erdölförderung**, S. 383

DK 621.311.25

Biener M.: **Möglichkeiten und Aussichten der energiwirtschaftlichen Nutzung der Sonnenstrahlung.**

Es werden die allgemeinen Merkmale und Grundsätze der Nutzung der Sonnenstrahlenenergie und die energiwirtschaftlichen Aussichten dieser Energiequelle untersucht. Auf Grund angeführter Daten wird auf die Notwendigkeit hingewisen, auch in der R. V. R. Forschungen in diesem Bereich einzuleiten.

Energetica, VII (1959), H. 9, S. 385

DK 621.187.12/15

Stanisavlievici L.: **Neuzeitliche Tendenzen der Speisewasseraufbereitung für Höchstdruckdampfkessel.**

Die allgemeine Tendenz der Speisewasseraufbereitung für Höchstdruckdampfkessel ist die Entmineralisierung mittels Ionenaustauscher. Es sind zahlreiche Enthärtungsschaltungen möglich, die allen Erfordernissen angepasst werden können und die zu qualitativ weit besseren Ergebnissen führen sowie die intensive Entgasung des Speisewassers setzen sich mittels der modernen Technik auch immer mehr durch. Der Aufsatz bietet eine zusammenfassende Uebersicht über dieses Gebiet.

Energetica, VII (1959), H. 9, S 390

DK 621.316.262.001/2

Raşcu P.: **Eine neue räumliche Verteilung der elektrischen Apparate in Freiluftschalt-und Umspannanlagen mittelhohen Bautype**

Es wird eine im Vergleich zur herkömmlichen Anordnung neue räumliche Verteilung der elektrischen Apparate in den Schaltfeldern der Freiluf schaltanlagen mittelhoken Bautype vorgeschlagen, auf Grund einer günstigeren Einbauweise der Trennschalter. Die sich aus dem Verfahren ergebenden preislichen Vorteile werden angeführt.

Energetica, VII (1959), H. 9, S. 394

SOMMAIRE

* * * : **Pour l'élévation du niveau de vie des travailleurs**, p. 369

* * * : **La Conférence „L'Utilisation de la Chaleur dans l'Industrie"**, p. 371.

Marcu B. : **Aspects du développement de l'énergie industrielle dans la République Populaire Roumaine après le 23 Août 1944**, p. 377

Schwefelberg A. : **Collaboration de la République Populaire Roumaine avec les pays socialistes fraternels dans le domaine de l'énergie électrique et le rôle de cette collaboration dans le développement de l'énergie électrique dans notre pays**, p. 380

Comănescu T. : **Activité énergétique à l'appui du développement de l'industrie d'extraction du petrole brut**, p. 383

CD 621.311.25

Biener M. : **Possibilités et perspectives de l'utilisation énergétique des radiations solaires**

L'auteur expose les caracteristiques et les principes généraux de l'utilisation de l'énergie des radiations solaires. Il analyse les perspectives d'avenir de cette forme d'énergie.

Sur la base de certaines données concrètes, il relève l'utilité et l'opportunité d'entreprendre des recherches semblables dans la République Populaire Roumaine

Energetica, **VII** (1959), no. 9, p. 385

CD 621.187.12/15

Stanisavlievici L. : **Tendances actuelles dans le traitement de l'eau pour les chaudières à très haute pression**

La tendance générale en ce qui concerne le traitement de l'eau pour les chaudières à très haute pression este de la déminéraliser a l'aide des masses ioniques. On peut réaliser de nombreux schémas adaptables à toutes les nécessité, l'eau ainsi obtenue étant de beaucoup supérieure au distillat.

La déminéralisation du condensat et le dégasage intensif de l'eau d'alimentation s'imposent également de plus en plus. La technique moderne permet la réalisation de ces opérations.

L'article présente une synthèse de la situation actuelle dans ce domaine.

Energetica, **VII** (1959), no. 9, p. 390

CD 621.316.262.001/2

Rașcu P. : **Une nouvelle solution pour la disposition de l'équipement électrique des stations extérieures de connexion et de transformation du type semi haut**

Sur la base d'une nouvelle solution de montage des séparateurs dans les stations extérieures du type semi haut. L'auteur décrit, en les comparant aux solutions classiques, les dispositions nouvelles proposées par lui en ce qui concerne l'équipement électrique en cellules ; il mentionne, de plus, les économies réalisées dans ces cas.

Energetica, **VII** (1959), no. 9, p. 394

CONTENTS

* * * : **For raising the workersstandard of living**, p. 369

* * * : **The Conference „Heat Industrial Utilisation"**, p. 371

Marcu B. : **Aspects of the development of industrial power in the Roumanian People's Republic after August 23 1944**, p. 377

Schwefelberg A. : **Collaboration of the Roumanian People's Republic with the fraternal socialist lands in the field of electric power and its impact on electroenergetics development in our country**, p. 380

Comănescu T. : **Energetical research in support of the crude oil extractive industry developement**, p. 383.

DC 621.211.25

Biener M. : **Opportunities for and perspectives of energetic utilisation of solar radiation.**

General principles and characteristics of energetic utilisation of solar radiation are described. Future perspectives of that kind of power are analysed.

The utility and opportunity of starting research in that field in the Roumanian People's Republic are demonstrated.

Energetica, **VII** (1959), no. 9, p. 385

DC 621.187.12/15

S'anisavlievici L. : **Present tends in water treatment in very high pressure steam boilers**

The general trend in water treatment in very high pressure steam boilers is water demineralisation by means of ionic masses. A great variety of schemas may thus be obtained is much superior to the distillate.

Demineralisation of the condensate as well as intensive degasification of feed water seem to be more and more urgent ; modern techniques facilitate such operations.

Energetica, **VII** (1959), no. 9, p. 390

DC 621.316.262.001/2

Rașcu P. : **A new solution for the electrical equipment arrangement ih exterior connexion and transformation stations of semihigh type**

On the basis of a new mounting solution of separators in exterior stations of send high type, the author describes new cell like arrangements proposed fot the electric equipment, also mentioning the amounts economized in those cases.

Energetica, **VII** (1959), no. p, 394

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

Delegaţi ASIT peste hotare

In cadrul activităţii de colaborare tehnico-ştiinţifică între tehnicienii din ţara noastră cu cei de peste hotare. Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor a participat prin delegaţi la o serie de manifestări ce au avut loc în străinătate în luna septembrie 1959.

Astfel, între 8—10 septembrie prof. ing. Dan Mateescu de la Institutul Politehnic Timişoara, a participat la „Conferinţa pe ţară în problemele construcţiei în oţel", conferinţă ce a avut loc în Cehoslovacia.

La Praga, în cadrul simpozionului cu tema „Tehnica întreruperii şi întrerupătoarelor de înaltă tensiune" ing. Gh. Horţopan a prezentat o comunicare întitulată „Comutator program pentru încercarea în reţea a aparatelor de comutaţii".

Tot la Praga între 7—12 septembrie, s-au desfăşurat lucrările simpozionului în problema ţesutului fără suveică, la care a participat ca delegat al A.S.I.T. ing. Liviu Călin.

In domeniul construcţiilor, în luna septembrie a avut loc la Budapesta un interesant schimb de experienţă între tehnicienii romîni şi maghiari. Ing. Ilie Negomireanu şi ing. Adrian Lupescu, delegaţi ai A.S.I.T., au studiat numeroase probleme legate de tehnica construcţiilor de locuinţe. In cadrul aceluiaşi schimb de experienţă, ţara noastră va primi vizita unor ingineri din R.P.U., care vor studia la noi probleme de iluminat public interior şi exterior.

Intre 21 septembrie şi 3 octombrie 1959. are loc la Rio de Janeiro al XI-lea Congres al Asociaţiei Internaţionale Permanente a Congreselor de Drumuri, la care participă conf. ing. Traian Gh. Mătăsaru, prorector al Institutului de Construcţii Bucureşti, precum şi o delegaţie a Ministerului Transporturilor şi Telecomunicaţiilor formată din tov. Blumenfeld Teodor director general al Construcţiilor în Ministerul Transporturilor şi Telecomunicaţiilor, ing. Epureanu Ion şi ing. Marinescu Constantin.

În Editura Tehnică a apărut :

LEXICONUL TEHNIC ROMÎN

ELABORARE NOUĂ, VOL. V

660 pagini, legat, 115 lei exemplarul

Lexiconul Tehnic Romîn este o enciclopedie tehnică de nivel superior întocmită pentru tehnicienii şi inginerii din întreprinderi, pentru cadrele didactice şi studenţii din institutele de învăţămînt superior, cum şi pentru inginerii din institutele de proiectări şi cercetări.

In noua ediţie materialul este sensibil mărit şi îmbunătăţit, iar caracterul enciclopedic al sistematizării lui este şi mai accentuat.

Volumul V tratează sfîrşitul literei C şi conţine circa 4 000 termeni directori, 800 termeni explicaţi în text, 900 figuri.

Din conţinutul foarte bogat al volumului sînt de relevat între altele termenii despre compresoare, condensatoare, cuadripoli, cupluri, cuptoare, curent electric, curbe şi curburi, cupru, coordonate etc., etc.

Lei 5

E 2039

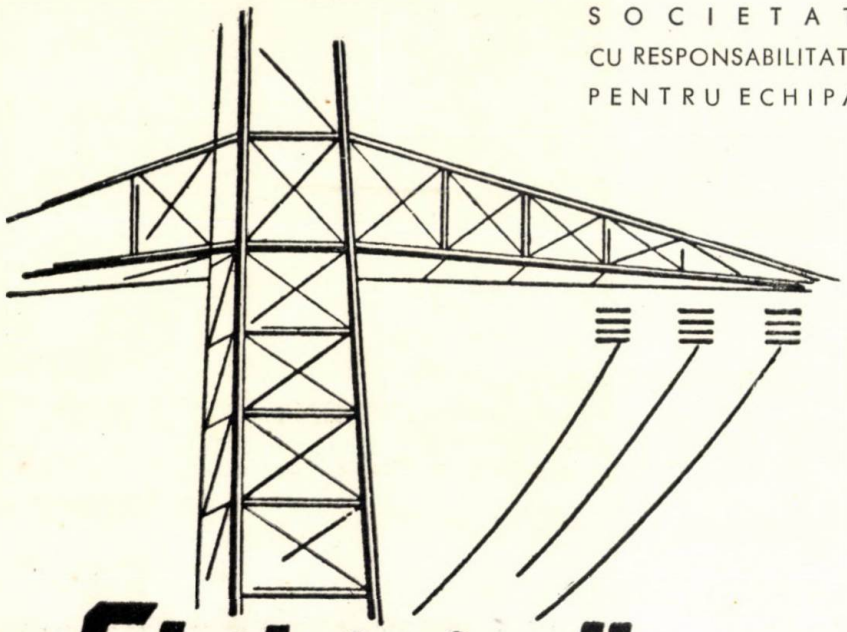
REFERATIVA

ENERGETICA

R

10

Energetica — Bucureşti Anul VII ★ octombrie 1959



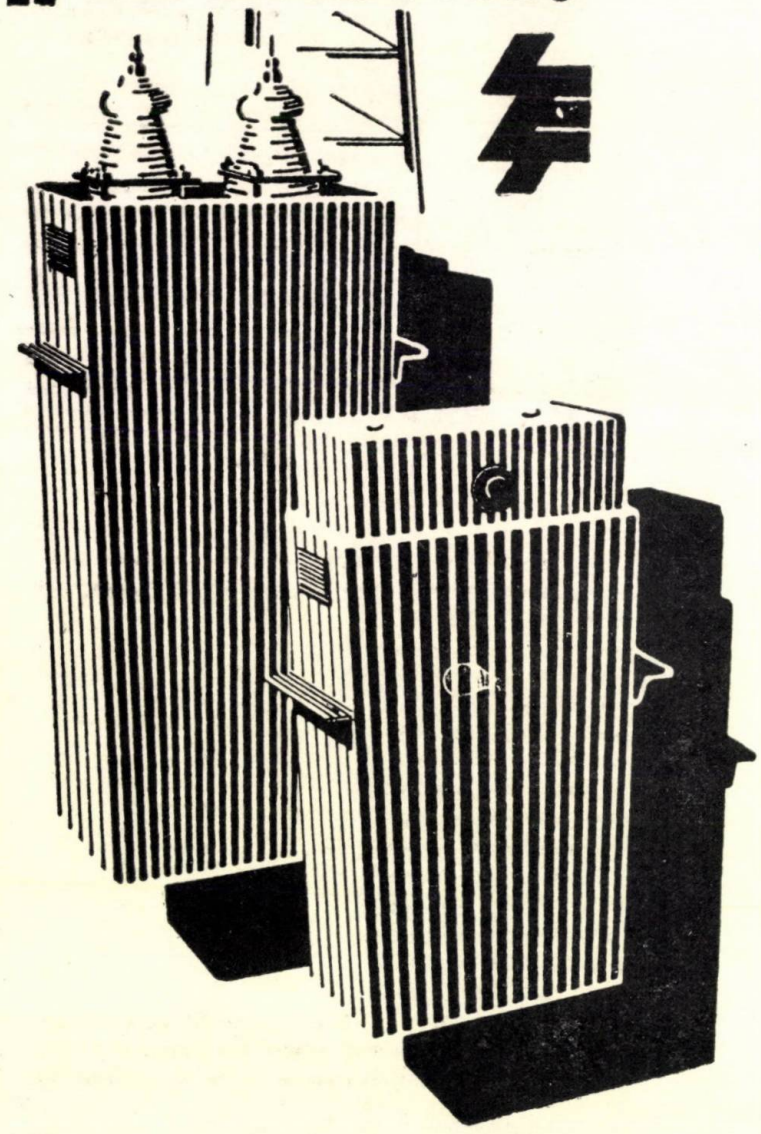
SOCIETATEA POLONEZĂ
CU RESPONSABILITATE LIMITATĂ DE COMERȚ EXTERIOR
PENTRU ECHIPAMENT ELECTROTEHNIC

„ELEKTRIM“

WARSZAWA, CZACKIEGO 15/17, POLONIA
Adresa telegrafică: ELEKTRIM WARSZAWA

exportă:

„Elektrim“



Condensatoare statice pentru ameliorarea factorului de putere (cos φ) în instalațiile cu frecvență industrială (40—60 Hz), construite pentru instalații interioare. Folosirea acestora contribuie la o economie considerabilă de energie electrică în instalațiile de distribuție și de utilizare a energiei electrice.

Întreținere ușoară; materialele folosite sînt de cea mai bună calitate.

Pentru orice lămuriri rugăm adresați-vă la:

AMBASADA POLONIEI
CONSILIERUL COMERCIAL
B-dul I. V. Stalin nr. 74, București

ENERGETICA

ANUL VII Nr. 10 OCTOMBRIE 1959

SUMAR

C.Z. 621.311.22/23.004.1

Erdelyi St. : **Cîteva probleme ale producerii simultane de energie electrică şi căldură** p. 409

C.Z. 621.181.8.004

Antonescu N. : **Modernizarea cazanelor de abur prin adaptarea supraîncălzitoarelor de radiaţie** p. 413

C.Z. 621.181. : 622.613.1.001

Singer G. şi *Pănoiu N.* : **Comportarea cenuşilor şi zgurilor în focarele cazanelor şi metodele moderne de cercetare a lor.**

În lucrare se analizează unele aspecte ale cenuşii şi zgurii în focare, indicîndu-se diverse procedeie mai recente pentru studiul caracteristicilor fizico-chimice ale acestora.

Energetica **VII** (1959) nr. 10 p. 417

C.Z. 621.187.2.004

Neuberger G. : **Despre hidrazină şi utilizarea ei la tratarea apei de alimentare a cazanelor de înaltă presiune**

Eliminarea oxigenului rezidual din apa de alimentare a cazanelor cu ajutorul hidrazinei este o problemă de actualitate pentru ţara noastră. Se arată avantajele acestei metode ; după ce se indică metodele de dozare ca şi concentraţiile de hidrazină ce se menţin în circuit se dau unele rezultate obţinute în exploatare. În încheere se indică metode de analiză.

Energetica **VII** (1959) nr. 10 p. 422

C.Z. 621.311.22.004.1

Grosz I. : **Nomograme pentru determinarea pierderilor la coş pentru gaz metan şi păcură**

Mărimea şi variaţia în timp a pierderilor de căldură la coş dau indicaţii importante asupra stării cazanului, atît din punctul de vedere al exploatării, cît şi al stării suprafeţelor de schimb de căldură. Pentru a se uşura urmărirea acestui indice, sînt construite nomogramele pentru determinarea pierderilor la coş, pentru gaz metan şi păcură, în funcţie de temperatura la coş de procentul de CO_2.

Energetica **VII** (1959) nr. 10 p. 427

C.Z. 621.316.1.064.1

Chenzbraun I. : **Scurtcircuit la bare provocat de întreruperea prin separator a curentului capacitiv la o punere la pămînt.**

În articol se analizează un caz de scurtcircuit apărînd pe barele unei centrale, ca urmare a întreruperii prin separator a unui curent de punere la pămînt. Fenomenul este analizat pe baza diagramelor principiale de variaţie a curentului şi tensiunii la bornele aparatului de întrerupere a unui circuit capacitiv.

Se arată cauzele care au favorizat apariţia unui asemenea fenomen şi măsurile ce trebuie luate pentru a le evita.

Se analizează de asemeni şi schema de automatizare care a făcut posibilă apariţia unui astfel de defect şi condiţiile pe care o asemenea schemă trebuie să le îndeplinească.

Energetica **VII** (1959) nr. 10 p. 431

DIN INTREPRINDERI ● CRONICA ● RECENZII

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof ing. **I. D. STANCESCU**, redactor responsabil, conf. ing. **C. MIHĂILEANU**, redactor responsabil adjunct, conf. ing. **I. A. BADEA**, prof. ing. **M. BERCOVICI**, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, ing. **M. COGĂLNICEANU**, conf. ing. **E. CONSTANTINESCU**, ing. **P. DIMO**, laureat al Premiului de Stat, prof. ing. **C. DINCULESCU**, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. HERESCU**, conf. ing. **N. MOLDOVEANU**, prof. ing. **C. PENESCU**, ing. **T. POPA**, ing. **S. SĂNDULESCU** și ing. **P. VICOL**

Revista „**ENERGETICA**", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele. Redacția : București, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon 16.78.78 — Administrația și Casieria : București, Calea Victoriei. Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon 14.06.24 — Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediul filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară și prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Publicațiile Tehnice A.S.I.T. 070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin — București — Tarif pentru întreprinderi : lei 100 anual. — Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri : lei 30 anual — Prețul unui exemplar : lei 5 — Tiparul : Întreprinderea Poligrafică Nr. 2, București.

ENERGETICA
ANUL VII
1959
Nr. 10
OCTOMBRIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Cîteva probleme ale producerii simultane de energie electrică şi căldură

ȘTEFAN ERDÉLYI — Budapesta
Candidat în ştiinţe tehnice

Unul din fenomenele caracteristice ale vremurilor noastre este setea de energie de pe tot globul. Populația pămîntului crește neîncetat, o dată cu ea și cerințele fiecărui individ după energie tot mai multă, urmarea fiind o creștere exponențială a cererii de energie. Pe zi ce trece avem nevoie de energie tot mai multă pentru industrie și pentru scopuri casnice, iar după aprecierile experților creșterea anuală a cererii de energie este de 7,2 %, cu alte cuvinte puterea disponibilă în centralele noastre electrice trebuie dublată din 10 în 10 ani.

Se afirmă că gradul de industrializare al unei țări este indicat de consumul de energie. Se poate însă susține că, dacă consumul de energie constituie un indiciu pentru gradul de industrializare al unei țări, nivelul dezvoltării sale tehnice este caracterizat prin randamentul producției și consumul de energie.

A. În calculele de economicitate se obișnuiește să se compare centralele termoelectrice cu contrapresiune sau de termoficare, în curs de proiectare, cu producerea separată de căldură și de energie electrică, determinîndu-se astfel avantajul producerii simultane de căldură și energie electrică. În astfel de comparații nu este admisibil să se utilizeze fără discernămînt raportul de entalpie, cunoscut în general ca randament, deoarece astfel se pot comite erori grave. Pentru a explica această afirmație se vor expune în paralel diagramele ciclurilor diferitelor procedee de producere a energiei electrice și a căldurii.

Diagrama *TS* a producerii simple și a consumului de căldură este reprezentată în fig. 1.

Într-un cazan de joasă presiune se produce abur (linia *1 2*); acest abur transmite căldura sa de vaporizare consumatorilor de căldură (linia *2 1*) și se întoarce condensat în cazan. În cazul cînd neglijăm pierderile de presiune și de izolare, linia *1 2* a vaporizării din cazan coincide cu linia condensării *2 1* la consumatorii de căldură. Prin urmare randamentul acestui sistem de alimentare cu căldură este cîtul suprafețelor de căldură *21432* și *41234*, și, deoarece aceste suprafețe sînt egale, randamentul este

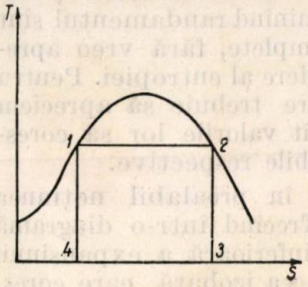


Fig 1

$$\eta = \frac{(21432)}{(41234)} = 1$$

Randamentul producerii de energie în condensație (ciclul Rankine) este mai redus, deoarece în acest caz suprafața *123451* a căldurii valorificate este mai mică decît suprafața *1234671* a căldurii transferate apei în cazan (vezi fig. 2)

$$\eta = \frac{\text{suprafața } 1\,2\,3\,4\,5\,1}{\text{suprafața } 1\,2\,3\,4\,6\,7\,1} < 1.$$

La producerea combinată de energie electrică și de căldură diagrama *TS* este asemănătoare celeia din fig. 2 însă contrapresiunea (linia *1 5*) este mai mare decît în cazul centralelor cu condensație, deoarece contrapresiunea trebuie să corespundă în acest caz cerințelor de presiune ale consumatorilor de căldură. Conținutul astfel sporit de căldură *15671* nu este însă vehiculat de apa de răcire a condensatorului, ca în cazul centralelor termoelectrice de condensație, ci este valorificat de către consumatorii

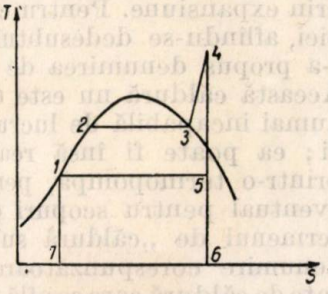


Fig 2

de căldură. Randamentul este prin urmare în cazul producerii combinate de energie și de căldură

$$\eta = \frac{\text{suprafața } 1\,2\,3\,4\,5\,1 + \text{suprafața } 1\,5\,6\,7\,1}{\text{suprafața } 1\,2\,3\,4\,6\,7\,1} = 1.$$

După criteriul raportului de entalpie arătat mai sus, încălzirea cu abur primar, adică producerea separată de căldură ar avea același randament avantajos pe care îl are producerea combinată de energie electrică și căldură; ceea ce ar contraveni însă conceptului entropiei. Cauza acestei nepotriviri este chiar noțiunea raportului de entalpie, care corespunde doar primului principiu al termodinamicei, nu însă și celui de al doilea. Entalpiile care figurează în numărătorul și numitorul fracțiilor determinînd randamentul sînt amîndouă entalpii complete, fără vreo apreciere din punctul de vedere al entropiei. Pentru a elimina această eroare trebuie să apreciem entalpiile în așa fel, încît valorile lor să corespundă energiei disponibile respective.

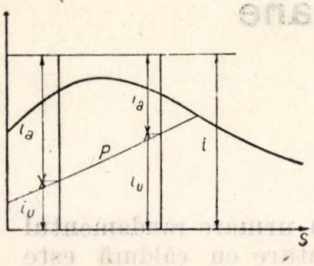


Fig 3

Aci trebuie tratată în prealabil noțiunea energiei disponibile. Trecînd într-o diagramă de abur $I - S$ limita inferioară a expansiunii posibile se determină acea izobară care corespunde temperaturii mediului ambiant ca temperatură de condensare. Fie denumită această izobară: „linie de ambianță". Această linie de ambianță (marcată în fig. 3 cu P) împarte entalpiile în două părți: părțile superioare ale entalpiilor sînt în măsură să producă lucru prin expansiune, pe cînd cele inferioare nu. Autorul a propus în anul 1952 [1] să se denumească partea de entalpie aflată deasupra liniei de ambianță cu termenul „căldură activă" sau „entalpie activă", deoarece această parte a entalpiei este în măsură să producă lucru prin expansiune. Pentru cealaltă parte a entalpiei, aflîndu-se dedesubtul liniei de ambianță, s-a propus denumirea de căldură „submersă". Această căldură nu este distrusă, ci a devenit numai incapabilă de lucru în urma scufundării ei; ea poate fi însă reactivată, de exemplu printr-o termopompă, pentru a fi valorificată eventual pentru scopuri de încălzire. De aceea termenul de „căldură submersă" pare a fi o denumire corespunzătoare pentru acea cantitate de căldură care se află sub linia de ambianță.

Privind cu atenție fig. 3, se constată că partea activă a entalpiei devine din ce în ce mai mică, o dată cu creșterea entropiei. În acest mod, „căldura activă", respectiv variațiile acesteia, indică efectul închiderii unor ventile, al amestecării sau al altor fenomene care măresc entropia. De aceea se poate spune că noțiunea de „căldură activă" corespunde postulatului celui de al doilea principiu al termodinamicei.

După cum s-a arătat mai sus, cîtul entalpiilor întregi poate fi în unele cazuri eronat ca indice de randament. Numai un pas ne desparte de ideea de a constitui raportul randamentului din părțile active ale entalpiilor, în locul entalpiilor complete. În felul acesta se obține un cît al căldurilor active, care potrivit celor arătate mai sus va corespunde și celui de al doilea principiu a termodinamicei [2].

Dacă denumim:

G_1 — cantitatea de purtător de căldură înainte de modificarea stării sau cantitatea purtătorului de căldură primar la schimbătoare de căldură;

G_2 — cantitatea după modificarea stării sau cantitatea purtătorului de căldură secundar;

i_1 — entalpia specifică întreagă înainte de modificarea stării sau entalpia specifică întreagă a purtătorului de căldură primar;

i_2 — entalpia specifică întreagă după modificarea stării sau entalpia specifică întreagă a purtătorului de căldură secundar;

i_{a1} — entalpia specifică activă înainte de modificarea stării sau entalpia specifică activă a purtătorului de căldură primar și

i_{a2} — entalpia specifică activă după modificarea stării sau entalpia specifică activă a purtătorului de căldură secundar;

atunci randamentul definit pînă acum, adică raportul entalpiilor întregi ca randament al modificării de stare este

$$\eta_v = \frac{G_2 i_2}{G_1 i_1} \qquad (1)$$

sau la schimb de căldură

$$\eta_v = \frac{G_2 \Delta i_2}{G_1 \Delta i_1} \qquad (2)$$

iar raportul căldurilor active ca randament al modificării de stare

$$\eta_a = \frac{G_2 i_{a2}}{G_1 i_{a1}} \qquad (3)$$

sau la schimb de căldură

$$\eta_a = \frac{G_2 \Delta i_{a2}}{G_1 \Delta i_{a1}} . \qquad (4)$$

Dacă introducem într-un sistem o modificare care mărește entropia, spre exemplu o laminare, nu se modifică entalpia întreagă i_v și indicele obișnuit η_v rămîne prin urmare neschimbat. Entalpia activă se reduce însă după lami-

nare, $i_{a2} < i_{a1}$ iar η_a scade de aceea și el după introducerea laminării.

Admițînd cazul unui cazan care produce abur pentru încălzit și calculînd cele două randamente ale acestuia, adică randamentul cu entalpiile complete și randamentul cu entalpiile active, se obțin următoarele: fie cantitatea de abur produsă în cazan G_D, iar cantitatea de gaze de ardere corespunzătoare G_R (indicele pentru abur este D, iar pentru gazele de ardere R). Admițînd următoarele valori pe partea de abur a cazanului

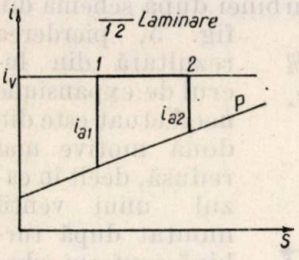


Fig. 4

$G_D = 1$ kg
$t_D = 99°C$
$p_D = 1$ at
$i''_D = 638$ kcal/kg (entalpia specifică completă a aburului)
$i_{Da} = 110$ kcal/kg
$i_b = 99$ kcal/kg (entalpia specifică completă a condensatului)
$i''_{Da} = 19$ kcal/kg

(indicele „a" înseamnă în toate cazurile partea activă) și următoarele valori pentru partea de gaze de ardere a cazanului:

$G_R = 0{,}91$ N m³ (valoarea calculată)
$t_R = 1\,600°C$ (admis pentru cazul ideal)
$\Delta i_R = 593$ kcal/Nm³ $= [\Delta i_R]$ 1 600°C 100°C
$\Delta i_{Ra} = 375$ kcal/Nm³ $= [\Delta i_{Ra}]$ 1 600°C 100°C

Introducînd aceste valori în formulele (2) și (4) se obține

$$\eta_v = \frac{G_D\,(i''_D - i'_D)}{G_R\,\Delta\,i_R} = \frac{1 \times 539}{0{,}91 \times 539} = \frac{539}{539} = 1$$

și

$$\eta_a = \frac{G_D\,(i_{Da} - i'_{Da})}{G_R\,\Delta\,i_{Ra}} = \frac{1 \times 91}{0{,}91 \times 375} = \frac{91}{340} = 0{,}266$$

de unde rezultă că la cazanul de joasă presiune se pierd aproape 3/4 din căldura disponibilă în gazele de ardere.

Aceste mari pierderi nu se pot sezisa din indicele de randament al entalpiei complete η_v. Cu ajutorul noțiunii „căldurii active" însă, respectiv prin indicele de randament η_a constituit pe baza căldurii active, este posibil să se calculeze cu ușurință pierderile.

B. O a doua problemă ce urmează a fi tratată este aceea a reglării turbinelor de termoficare.

Este cunoscut că energia produsă de către o turbină de termoficare este dependentă de valoarea contrapresiunii. La rîndul său, această contrapresiune a turbinei de termoficare este însă dependentă de temperatura maximă exterioară.

Deoarece puterea electrică a turbinei de termoficare este funcție de contrapresiune, care pe de altă parte este dependentă de temperatura exterioară, contrapresiunea poate fi reglată în raport cu variațiile temperaturii exterioare. În felul acesta se produce mai multă energie electrică decît la o contrapresiune maximă constantă, care corespunde cererii maxime de căldură (adică temperaturii minime exterioare). Această cerere maximă de căldură nu durează decît cîteva săptămîni pe an, pe cînd în cea mai mare parte a sezonului de încălzire, necesarul de căldură, precum și contrapresiunea corespunzătoare sînt considerabil mai reduse. După cum s-a arătat cu contrapresiuni joase, se obține în acest caz o mai mare diferență de temperatură în turbină, și prin urmare puterea electrică produsă va fi mai mare decît în cazul menținerii constante a contrapresiunii maxime. Aceste considerațiuni au dus în Ungaria la realizarea unui sistem de reglaj la care impulsul de reglaj al turbinei de termoficare este dat de temperatura apei calde (vezi fig. 5).

Temperatura apei calde este fixată de către personalul de serviciu în funcție de temperatura exterioară la regulator, care deschide sau închide în mod corespunzător ventilul de admisie în turbină și asigură prin aceasta menținerea temperaturii fixate a apei calde. În felul acesta se asigură în condițiile date producerea puterii electrice maxime din turbina de termoficare.

În cazul utilizării unor preîncălzitoare de vîrf separate, acestea se încălzesc prin abur viu. Regulatorul amintit nu va funcționa în acest caz decît în acea perioadă a sezonului de încălzire în care încă nu se utilizează preîncălzitorul de vîrf. Dacă temperatura exterioară scade atît de mult, încît devine necesară punerea în funcțiune a preîncălzitorului de vîrf, regulatorul turbinei, amintit mai sus, rămîne în poziția sa maximă, cu alte cuvinte

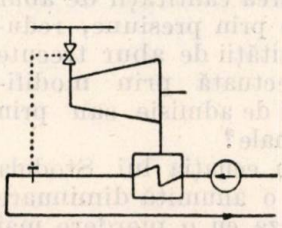


Fig 5

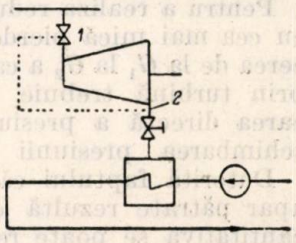


Fig 6

turbina lucrează în plină sarcină și reglarea sistemului se transferă asupra preîncălzitorului de vîrf.

În legătură cu acest sistem de reglaj s-a ridicat chestiunea dacă el este avantajos avînd în vedere faptul că la temperaturi mai reduse

ale apei calde, se reduce considerabil și cantitatea de căldură livrată de turbină, mai precis debitul de abur trecut prin turbină.

În cele ce urmează se va trata această problemă *).

Dacă nu se introduce sistemul de reglaj arătat în fig. 5 temperatura apei calde se poate regla după modul arătat în fig. 6.

Ventilul de reglaj *1* al turbinei este comandat printr-un impuls *2* primit de la contrapresiune, în așa fel încît contrapresiunea turbinei corespunde celei mai scăzute temperaturi exterioare, la temperaturi exterioare mai ridicate presiunea aburului de încălzire reglîndu-se manual în raport cu cerințele.

Comparînd cele două sisteme de reglaj, se constată că la primul (fig. 5) se găsește înaintea turbinei un ventil de laminare, pe cînd la metoda a doua se mai găsește un ventil de laminare după turbină, al cărui efect poate fi destul de mare la sarcini reduse. Desigur că din cauza celui de al doilea ventil, laminarea de dinainte de turbină este mai redusă decît ar fi fără ventilul al doilea.

Întrebarea se poate formula mai precis : cînd laminarea provoacă pierderi mai mici : înaintea turbinei sau după turbină ?

Răspunsul la această problemă diferă în funcție de sistemul de reglaj al turbinei : prin laminare sau prin admisie.

În cazul reglajului uzual prin laminare al turbinei se poate aplica ecuația lui Stodola după care în cazul cînd cantitatea de abur G care trece prin turbină trebuie să fie diminuată la cantitatea G'

$$\frac{G'^2}{G^2} = \frac{P_1'^2 - P_2'^2}{P_1^2 - P_2^2}$$

modificarea cantității de abur putînd fi provocată de modificarea presiunii aburului de la P_1 la P_1' respectiv de la P_2 la P_2'.

Pe baza ecuației lui Stodola, problema pusă mai sus, dacă laminarea de dinainte sau de după turbină provoacă cea mai redusă pierdere, se poate formula în sensul următor :

Pentru a realiza reducerea cantității de abur cu cea mai mică pierdere prin presiune, reducerea de la G_1 la G_2 a cantității de abur trecute prin turbină trebuie efectuată prin modificarea directă a presiunii de admisie sau prin schimbarea presiunii finale ?

Datorită faptului că în ecuația lui Stodola apar pătrate rezultă că o anumită diminuare cantitativă se poate realiza cu o pierdere mai mică de presiune, dacă este modificată presiunea de admisie în turbină. Aceasta înseamnă că reglajul turbinei provoacă o pierdere mai mică decît reducerea presiunii finale de după turbină.

*) O altă soluție cu același rezultat este dată de profesorul *Heller* [3].

Avantajele eliminării ventilului de laminare de după turbină sînt în realitate și mai mari.

După cum rezultă din fig. 7, la presiuni mai ridicate diferența de entalpie corespunzătoare unor anumite diferențe de presiune este mai mică decît la presiuni mai reduse. Din această cauză în cazul reglării turbinei după schema din fig. 5, pierderea rezultată din lucrul de expansiune neefectuat este din două motive mai redusă, decît în cazul unui ventil montat după turbină conform schemei din fig. 6. Cele de mai sus privesc cazul unei turbine cu contrapresiune cu „reglaj prin laminare".

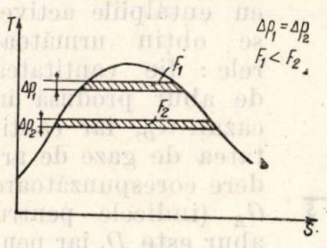


Fig. 7

În cazul aplicării metodei de „reglaj prin admisie", înainte de turbină se introduc în circuit mai multe ventile, care, cu excepția unuia singur, se află în continuu fie cu totul deschise, fie cu totul închise. În acest fel numai la un singur ventil, prin urmare în toate cazurile numai la o parte a debitului de abur din circuit, se realizează o laminare, din care cauză pierderile prin laminare sînt cu mult mai reduse decît în cazul „reglajului prin laminare", la care aburul este în permanență laminat (cu excepția cazului funcționării în plină sarcină). Din această cauză dezavantajele ventilului de laminare montat după turbină sînt în cazul „reglajului prin admisie" și mai mari decît la o turbină cu reglaj prin laminare.

În concluzie se poate constata că ventilele de laminare montate după turbină sînt în toate cazurile mai dezavantajoase și de aceea sistemul de reglaj conform schemei din fig. 5 este de preferat, chiar la debite mai reduse de abur, alternativei unei a doua laminări de după turbină conform schemei din fig. 6.

C. Deoarece actualmente sînt în curs de realizare în diferite țări centrale atomoelectrice, este de actualitate chestiunea rolului ce poate reveni turbinelor de contrapresiune și de termoficare în cadrul unor instalații cu reactoare nucleare. Dintre proprietățile caracteristice ale centralelor atomoelectrice, care afectează contrapresiunea, trebuie amintită ca cea mai importantă problema temperaturii aburului.

Este cunoscut că centralele atomoelectrice lucrează cu temperaturi mai scăzute decît centralele termoelectrice cu păcură, gaze sau cărbuni.

Temperatura de supraîncălzire mai scăzută realizabilă a antrenat necesitatea construirii unor turbine speciale.

O supraîncălzire mai ridicată nu se poate realiza în centralele atomoelectrice decît prin utilizarea unor supraîncălzitoare speciale folo-

sind drept combustibil cărbune. Astfel ar rezulta însă o esențială complicare a amenajărilor, precum și o scumpire a lor. Temperatura scăzută a aburului produs în centralele atomoelectrice limitează presiunea utilizabilă. În cazul depășirii acestei limite, aburul ar ajunge după expansiune în zona umedă, ceea ce nu este admisibil din cauza efectelor dăunătoare asupra paletelor turbinei, precum și din cauza reducerii randamentului intern. Știut este totuși că la turbine de contrapresiune, presiunea de intrare poate fi, la aceeași temperatură a aburului, mai ridicată decît la turbine de condensație, deoarece expansiunea aburului se termină în turbina de contrapresiune mai devreme, înainte de a trece în zona umedă. Această proprietate a turbinelor de contrapresiune arată deosebita lor utilitate pentru centralele atomoelectrice. Dificultățile rezultate din temperaturile scăzute pot fi învinse în centralele atomoelectrice mai ușor cu turbine de contrapresiune decît cu turbine de condensație. Folosirea unor turbine cu contrapresiune apare deci utilă în cadrul centralelor atomoelectrice, deoarece avantajele lor depășesc în acest caz pe cele ce le au în cadrul centralelor termoelectrice convențional.

Bibliografie

[1] Erdélyi Șt.: *Aktiv hő – elmerült hő.* Magyar Energiagazdaság, Budapest, 1952, I – 2.

[2] Erdélyi Șt.: *Hőlávvezetékek kapcsolódása erőművekhez.* Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest, 1954, pag. 23.

[3] Lévai András: *Hőerőművek.* Budapest. Nehézipari Könyvkiadó 1954, pag. 501.

Modernizarea cazanelor de abur prin adaptarea supraîncălzitoarelor de radiație*)

Ing. *N. ANTONESCU*

În articolul precedent au fost analizate avantajele ce le prezintă adaptarea unei trepte de supraîncălzitor de radiație la cazanele mari cu parametrii ridicați și necesitatea efectuării unui calcul tehnico-economic pentru stabilirea unei repartiții optime a suprafeței, între cele două trepte de supraîncălzire.

În articolul de față se studiază oportunitatea amplasării în cazane de radiație existente a unei trepte de supraîncălzitor de radiație, fie sub forma unor ecrane de perete, fie sub forma unor ecrane suspendate în focar, în vederea îmbunătățirii indicilor tehnico-economici și modernizării lor. Acest lucru este posibil la punerea în fabricare a unei serii noi de cazane, de un tip fabricat curent, serie la care se pot aduce unele modificări constructive de îmbunătățire fără modificări importante în procesul tehnologic de fabricație.

Ipoteza de calcul ce se admite inițial este deci că suprafața ecranelor fierbătorului este dată inițial și nu se modifică prin soluția de modernizare.

Schema cazanului studiat este dată în fig. 1. Notațiile ce se vor întrebuința în continuare sînt cele folosite în articolul precedent și repetarea lor ar mări prea mult lucrarea.

Lăsînd suprafața ecranelor fierbătoare F_{fR} nemodificată și adăugînd în plus o suprafață suplimentară de supraîncălzitor de radiație F_{sR} în focar, se va obține o scădere a temperaturii T_f a focarului și prin aceasta o scădere a fluxului termic.

Fluxul termic q_R (kcal/m^2) este determinat din relația :

$$q_R = c\psi 10^{-8} T_f^4 \qquad (1)$$

Bilanțul focarului pentru două suprafețe de radiație (fierbător F_{fR} și supraîncălzitor F_{sR}) se scrie :

$$\left|V_g C_p\right|_{T_f}^{T_0} (T_0 - T_f) = c \cdot 10^{-8} T_f^4 \psi (F_{fR} + F_{sR}). \qquad (2)$$

Variația temperaturii focarului cu suprafața ecranelor va fi :

$$\frac{\partial T_f}{\partial \Sigma F_R} = -\frac{1}{4 \cdot 10^{-8} c \Psi T_f^3 + \left|V_g \cdot C_p\right|_{T_f}^{T_0}} \qquad (3)$$

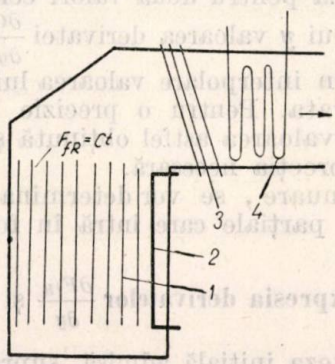


Fig. 1

ceea ce indică o scădere relativ mică a temperaturii focarului la creșterea suprafeței ecranelor.

*) Continuare la articolul „Determinarea mărimii supraîncălzitoarelor de radiație la cazanele de abur" din Energetica nr. 5/1959.

Ca urmare a faptului că ecranele fierbătorului preiau în noua situație o cantitate mai mică de căldură, fascicolul fierbător convectiv va necesita o suprafață mai mare și în același timp va fi necesar un consum mai mare de energie pentru circulația gazelor de ardere.

În același timp pentru supraîncălzitor, având în vedere că o parte din căldură este preluată de ecranele de radiație, fascicolul convectiv va avea o suprafață mai mică și energia necesară asigurării circulației gazelor va fi de asemenea mai mică.

In analiza costului total vor trebui în consecință să fie luați în considerare toți factorii amintiți. Costul total de investiții și exploatare va fi deci :

$$C = Z\,(C_{fR}\,F_{fR} + C_{sR}\,F_{sR} + C_{fc}\,F_{fc} + C_{sc}\,F_{sc}) + \\ + C_e \cdot \eta\,(M_{fc} + M_{sc}). \qquad (4)$$

In care suprafețele F_{sR}. F_{fc} și F_{sc} și puterile M_f^c și M_{sc} sînt funcții de procentul din căldura de supraîncălzire care se preia prin radiație în focar.

Definim coeficientul y ca partea din căldura totală de supraîncălzire Q_s care se preia prin suprafețele de radiație

$$y = \frac{Q_{sR}}{Q_s} \qquad (5)$$

și se va calcula în continuare valoarea optimă a acestui coeficient.

Determinarea valorii optime se face calculînd valoarea care anulează derivata $\frac{\partial C}{\partial y}$ a prețului de cost. Condiția va fi :

$$\frac{\partial C}{\partial y} = Z\left(C_{fR}\frac{\partial F_{fR}}{\partial y} + C_{sR}\frac{\partial F_{sR}}{\partial y} + C_{fc}\frac{\partial F_{fc}}{\partial y} + \right. \\ \left. + C_{sc}\frac{\partial F_{sc}}{\partial y}\right) + C_e \cdot \eta\left(\frac{\partial M_{fc}}{\partial y} + \frac{\partial M_{sc}}{\partial y}\right) = 0 \qquad (6)$$

Ecuația (6) este de gradul 5 în y. Rezolvarea ei se face prin încercări succesive și interpolări : se calculează pentru două valori cele mai probabile ale lui y valoarea derivatei $\frac{\partial C}{\partial y}$ și se determină prin interpolare valoarea lui care anulează derivata. Pentru o precizie mai mare, se verifică valoarea astfel obținută și se aduce eventual corecția necesară.

In continuare , se vor determina expresiile derivatelor parțiale care intră în formula (6).

1. Expresia derivatelor $\frac{\partial F_{fR}}{\partial y}$ și $\frac{\partial F_{sR}}{\partial y}$

Prin ipoteza inițială admisă, suprafața ecranelor fierbătoare F_{fR} este invariabilă, deci :

$$\frac{\partial F_{fR}}{\partial y} = 0. \qquad (7)$$

Căldura preluată de aceste ecrane însă variază cu coeficientul y. Căldura totală schimbată prin radiație Q_R poate fi stabilită din relațiile :

$$Q_R = |V_g\,C_p|_{T_f}^{T_0}\,(T_0 - T_f) \qquad (8)$$

și

$$Q_R = Q_{fR} + Q_{sR} \qquad (9$$

Deoarece

$$Q_{fR} = C \cdot 10^{-8}\,\psi\,F_{fR}\,T_f^4 \qquad (10)$$

și

$$Q_{sR} = y\,Q_s \qquad (11)$$

se poate scrie relația de dependență între temperatura focarului T_f și coeficientul y :

$$|V_g\,C_p|_{T_f}^{T_0}\,(T_0 - T_f) = C \cdot 10^{-8}\,\psi\,F_{fR}\,T_f^4 + y\,Q_s \qquad (12)$$

Ordonînd după puterile lui T_f se obține :

$$C \cdot 10^{-8}\,\psi\,F_{fR}\,T_f^4 + |V_g\,C_p|_{T_f}^{T_0}\,T_f + \\ + (yQ_s - |V_c\,C_p|_{T_f}^{T_0} \cdot T_0) = 0 \qquad (13)$$

și prin derivare se obține o relație importantă pentru studiul celorlalte suprafețe :

$$\frac{\partial T_f}{\partial y} = -\frac{Q_s}{4 \cdot 10^{-8}\,C\psi F_{fR}\,T_f^3 + |V_g \cdot C_p|_{T_f}^{T_0}} \qquad (14)$$

A doua relație importantă ce trebuie stabilită este dependența căldurii primită de ecranele fierbătoare Q_{fR} de coeficientul y.

Din ecuația (10)

$$Q_{fR} = C \cdot 10^{-8}\,\psi\,F_{fR}\,T_f^4$$

prin derivare se obține :

$$\frac{\partial Q_{fR}}{\partial y} = \frac{\partial Q_{fR}}{\partial T_f} \cdot \frac{\partial T_f}{\partial y}. \qquad (15)$$

Deoarece

$$\frac{\partial Q_{fR}}{\partial T_f} = 4 \cdot 10^{-8} c\;\psi\,F_{fR}\,T_f^3 \qquad (16)$$

se poate scrie, utilizînd și formula (14) relația finală

$$\frac{\partial Q_{fR}}{\partial y} = \frac{Q_s}{1 + \dfrac{|V_g \cdot C_p|_{T_f}^{T_0}}{4 \cdot 10^{-8} c\;F_{fR} T_f^3}}. \qquad (17)$$

Suprafața ecranelor supraîncălzitorului de radiație va fi :

$$F_{sR} = \frac{Q_{sR}}{q}. \qquad (18)$$

Deoarece fluxul radiant a fost determinat :

$$q = \frac{Q_{fR}}{F_{fR}} \qquad (19)$$

și $Q_{sR} = y\ Q_s$, rezultă pentru suprafața F_{sR} expresia :

$$F_{sR} = \frac{yQ_s}{\frac{Q_{fR}}{F_{fR}}} = \frac{y\,F_{fR}\,Q_s}{Q_{fR}}. \qquad (20)$$

Prin derivare se obține :

$$\frac{\partial F_{sR}}{\partial y} = F_{sR}\left(\frac{1}{y} - \frac{1}{Q_{fR}}\frac{\partial Q_{fR}}{\partial y}\right). \qquad (21)$$

2. Expresia derivatelor $\frac{\partial F_{fc}}{\partial y}$ și $\frac{\partial F_{sc}}{\partial y}$

Suprafața fascicolului fierbător convectiv F_{fc} se determină din relația de schimb de căldură :

$$F_{fc} = \frac{Q_{fc}}{K \cdot \Delta t_m}. \qquad (22)$$

sau ținînd seama că $Q_{fc} = Q_f - Q_{fR}$,

$$F_{fc} = \frac{Q_f - Q_{fR}}{K\,\Delta t_m}. \qquad (23)$$

Valorile lui K și Δt_m depind de temperatura medie a gazelor care scaldă fascicolul $t_{m_{fc}}$ care la rîndul ei depinde de y

$$t_{m_{fc}} = T_f - \frac{Q_{fc}}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_{fc}}^{T_f}} - 273 = T_f - \frac{Q_f - Q_{fR}}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_{fc}}^{T_f}} - 273. \qquad (24)$$

Diferența medie a temperaturii va fi :

$$\Delta t_m = t_{m_{fc}} - t' = T_f - \frac{Q_f - Q_{fR}}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_{fc}}^{T_f}} - t' - 273. \qquad (25)$$

Se remarcă că $V_g \cdot C_p$ trebuie calculat pentru valoarea medie între temperatura focarului T_f și temperatura de la finele fascicolului convectiv fierbător T_{fc}. Aceasta din urmă nu trebuie calculată exact, ci numai apreciată cu o aproximație de $\pm$ 100°C, deoarece în aceste limite ea nu influențează valoarea produsului $V_g \cdot C_p$ cu mai mult de 1%.

Prin derivarea relației (23) se obține :

$$\frac{\partial F_{fc}}{\partial y} = F_{fc}\left[\frac{1}{Q_f - Q_{fR}}\left(\frac{\partial Q_{fR}}{\partial y}\right) - \frac{1}{k}\frac{\partial k}{\partial t}\frac{\partial t_{mfc}}{\partial y} - \frac{1}{\Delta t_m}\frac{\partial \Delta t_m}{\partial y}\right] \qquad (26)$$

și utilizînd formulele (24) și (25) :

$$\frac{\partial F_{fc}}{\partial y} = F_{fc}\left[-\frac{1}{Q_f - Q_{fR}}\frac{\partial Q_{fR}}{\partial y} - \frac{1}{k}\frac{\partial k}{\partial t}\left(\frac{\partial T_f}{\partial y} + \frac{1}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_{fc}}^{T_f}}\frac{\partial Q_{fR}}{\partial y}\right) - \frac{1}{\Delta t_m}\left(\frac{\partial T_f}{\partial y} + \frac{1}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_{fc}}^{T_f}} \cdot \frac{\partial Q_{fR}}{\partial y}\right)\right] \qquad (27)$$

În relația finală (27) intervin derivatele $\frac{\partial Q_{fR}}{\partial y}$ și $\frac{\partial T_f}{\partial y}$ a căror expresie e dată în formulele (14) și (17) și derivata $\frac{\partial k}{\partial t}$ a cărei valoare, depinzînd de geometria fascicolului, a fost dată pentru diferitele cazuri practice în articolul precedent.

Suprafața fascicolului convectiv de supraîncălzitor este determinată din ecuația de schimb :

$$F_{sc} = \frac{Q_{sc}}{K \cdot \Delta t_m}. \qquad (28)$$

Deoarece $Q_{sc} = (1 - y)\ Q_s$, rezultă :

$$F_{sc} = \frac{(1-y)\ Q_s}{K \cdot \Delta t_m}. \qquad (29)$$

Temperatura medie a gazelor de ardere care scaldă fascicolul este :

$$t_{m_{sc}} = t_e + \frac{(1-y)\ Q_s}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_e}^{T_{fc}}} \qquad (30)$$

Temperatura medie a aburului supraîncălzit este :

$$t_{s_1} = t' + \frac{1}{2}\left[\frac{(1-y)\ Q_s}{Q_s}(t_s - t')\right] = \frac{1}{2}[(1+y)\,t' + (1-y)\,t_s]. \qquad (31)$$

Diferența medie de temperaturi se calculează cu ajutorul formulelor (30) și (31) :

$$\Delta t_m = t_{m_{sc}} - t_{s1} = t_e + \frac{(1-y)\ Q_s}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_e}^{T_{fc}}} - \frac{(1+y)\,t' + (1-y)\,t_s}{2}. \qquad (32)$$

Dispunînd de aceste relații, se poate face derivata $\frac{\partial F_{sc}}{\partial y}$:

$$\frac{\partial F_{sc}}{\partial y} = F_{sc}\left[\frac{-1}{1-y} - \frac{1}{K}\frac{\partial K}{\partial t}\frac{\partial t_{msc}}{\partial y} - \frac{1}{\Delta t_m}\frac{\partial \Delta t_m}{\partial y}\right] \qquad (33)$$

Explicînd derivatele se obține formula de calcul :

$$\frac{\partial F_{sc}}{\partial y} = -F_{sc}\left[\frac{1}{1-y} - \frac{1}{k}\frac{\partial K}{\partial t}\frac{Q_s}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_e}^{T_{fc}}} - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{\Delta t_m}\left(\frac{Q_s}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_e}^{T_{fc}}} - \frac{t_s - t'}{2}\right)\right]. \qquad (34)$$

3. Expresia derivatelor $\frac{\partial M_{fc}}{\partial y}$ și $\frac{\partial M_{sc}}{\partial y}$

Partea de putere necesară la exhaustor pentru învingerea rezistențelor de trecere a gazelor prin fascicolul convectiv fierbător este :

$$M_{fc} = \frac{D}{102 \cdot \eta} h_\lambda \cdot F_{fc}. \qquad (35)$$

Derivînd se obține :

$$\frac{\partial M_{fc}}{\partial y} = \frac{D}{102 \cdot \eta}\left(h_\lambda \frac{\partial F_{fc}}{\partial y} + F_{fc}\frac{\partial h_\lambda}{\partial t}\frac{\partial t_{m_{fc}}}{\partial y}\right). \qquad (36)$$

și utilizînd ecuația (24)

$$\frac{\partial M_{fc}}{\partial y} = \frac{D}{102 \cdot \eta}\left[h_\lambda \frac{\partial F_{fc}}{\partial y} + F_{fc}\frac{\partial h_\lambda}{\partial t}\left(\frac{\partial T_f}{\partial y} + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \frac{1}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_{fc}}^{T_f}}\frac{\partial Q_{fR}}{\partial y}\right)\right]. \qquad (37)$$

În această relație intervin derivatele $\frac{\partial F_{fc}}{\partial y}$, $\frac{\partial T_f}{\partial y}$ și $\frac{\partial Q_{fR}}{\partial y}$ explicitate în formulele (27), (14) și (17) și valorile h_λ și $\frac{\partial h_\lambda}{\partial t}$ analizate pentru cazurile practice de fascicole în § 5 al articolului precedent.

Puterea necesară la exhaustor pentru învingerea rezistențelor pe traseul gazelor prin fascicolul convectiv al supraîncălzitorului se calculează analog cu relația (35) din formula :

$$M_{sc} = \frac{D}{102 \cdot \eta} \cdot h_\lambda \cdot F_{sc} \qquad (38)$$

Prin derivare se obține :

$$\frac{\partial M_{sc}}{\partial y} = \frac{D}{102 \cdot \eta}\left(h_\lambda \frac{\partial F_{sc}}{\partial y} + F_{sc}\frac{\partial h_\lambda}{\partial t} \cdot \frac{\partial t_{m_{sc}}}{\partial y}\right) \qquad (39)$$

și introducînd derivata obținută din relația(30) rezultă formula finală :

$$\frac{\partial M_{sc}}{\partial y} = -\frac{D}{102 \cdot \eta}\left[-h_\lambda \frac{\partial F_{sc}}{\partial y} + \right.$$

$$\left. + F_{sc}\frac{\partial h_\lambda}{\partial t}\frac{Q_s}{2\left|V_g \cdot C_p\right|_{T_e}^{T_{fc}}}\right]. \qquad (40)$$

În relația (40) intervine derivata $\partial F_{sc}/\partial y$ a cărei expresie detaliată e dată în formula (33) și mărimile h_λ și $\frac{\partial h_\lambda}{\partial t}$ care se calculează pentru geometria specifică fascicolului supraîncălzitorului după formulele date în articolul precedent.

Concluzii

Modernizarea cazanelor mijlocii și mari de abur prin introducerea unor supraîncălzitoare de radiație în focar prezintă o soluție avantajoasă din punct de vedere tehnico-economic. Astfel pe lîngă avantajele funcționale privind o stabilitate mai mare a temperaturii aburului supraîncălzit cu debitul, există și avantajul, în special pentru cazanele cu grad mai redus de ecranare, de a obține indici tehnico-economici îmbunătățiți prin această modificare.

Soluția este indicată și pentru cazul cînd, datorită îmbunătățirii preîncălzirii aerului sau datorită utilizării unui combustibil mai bun, temperatura teoretică de ardere se mărește și respectiv se mărește temperatura în focar.

In calculul coeficientului y de preluare prin radiație a căldurii de supraîncălzire se ține seama, prin însăși desfășurarea calculului, de necesitatea realizării unei temperaturi în focar care va conduce la soluția cea mai economică. Datorită acestui lucru, metoda se pretează la verificarea indicelui tehnico-economic al unui cazan existent, indicînd, după rezultatele calculului, dacă temperatura focarului și simultan coeficienții de radiație ai sistemului fierbător și supraîncălzitorului sînt cei optimi.

Comportarea cenuşilor şi zgurilor în focarele cazanelor şi metodele de cercetarea lor

Ing. *GEORGE SINGER* şi ing. *NICOLAE PĂNOIU*

Ca urmare a folosirii pe scară largă a cărbunilor de calitate superioară în scopuri tehnologice, problema folosirii cărbunilor inferiori, drept combustibili în instalaţiile de cazane, se pune şi pentru ţara noastră din ce în ce mai accentuat. Una din dificultăţile principale ale arderii acestora o constituie însă, în special în cazul lignitilor, conţinutul mare de cenuşă şi de umiditate.

Conţinutul ridicat de cenuşă şi punctul coborît de înmuiere a acesteia provoacă dificultăţi mari atît la arderea în strat cît şi la arderea în stare pulverizată. Zgurificarea grătarelor, depunerile pe ţevi şi degradarea zidăriei refractare sînt doar cîteva din dificultăţile arderii acestor combustibili. Pentru evitarea lor, se recomandă de obicei reducerea temperaturii din focare. Această măsură însă nu este întotdeauna eficace. Astfel, în cazul arderii în strat, reducerea temperaturii în focar nu poate să împiedice zgurificarea grătarelor, temperatura în strat depinzînd în mică măsură de temperatura focarului.

De asemenea, la arderea acestor combustibili în stare pulverizată depunerile pe ţevi nu pot fi complet evitate prin scăderea temperaturii focarului. De altfel, această măsură trebuie aplicată cu multă precauţie, deoarece micşorarea temperaturii focarului conduce la scăderea sensibilă a schimbului de căldură prin radiaţie în focar şi la creşterea corespunzătoare a pierderilor de căldură prin entalpia gazelor la coş.

Pentru a putea fi elucidate o serie de aspecte ale comportării combustibililor solizi în focare în ceea ce priveşte zgurificarea acestora s-a considerat necesară prezentarea cîtorva caracteristici ale cenuşilor şi zgurilor şi cîteva dintre metodele de investigaţie pentru cercetarea acestora.

În cantităţi nu prea mari atît cenuşa cît şi apa sînt necesare pentru însuşi procesul de ardere, ambele avînd aproape rolul unor catalizatori.

Spre deosebire de apa cu care împreună formează balastul, cenuşa diferiţilor cărbuni este o substanţă cu proprietăţi foarte diferite. Din punct de vedere fizic, cenuşa este o mixtură a unor componente provenite din diversele minerale ale cărbunilor. Mineralele componente de mărime microscopică sînt diferite după natura combustibilului. În cenuşile cărbunilor de piatră, de pildă, predomină cele cu SiO_2 şi Al_2O_3 iar în cărbunii bruni cele cu CaO. Alţi componenţi sînt oxizi, carbonaţi, sulfaţi şi sulfiţi, silicaţi şi cloruri ai fierului, calciului, magneziului şi celorlalte metale alcaline şi pămînturilor rare.

Şi din punct de vedere al cantităţii componentelor, compoziţia cenuşii este foarte diferită, variind chiar pentru cărbunele provenit de la aceeaşi mină.

Pentru cărbunii de piatră Al_2O_3 variază între 15—21% şi SiO_2 între 25—45%, iar pentru cărbunii bruni CaO variază între 25—40%, SO_3 între 20—40%; celelalte componente reprezintă un procentaj mult mai redus.

În cenuşile cărbunilor din R.P.R. se găsesc SiO_2 între 14 şi 58% (în majoritatea cazurilor peste 40%), Al_2O_3 între 0 şi 60%, Fe_2O_3 între 8—48% şi CaO 3—25% [1].

Temperatura influenţează sensibil compoziţia cenuşii. Astfel, încălzirea părţii anorganice a combustibilului în timpul arderii are ca urmare modificarea compoziţiei chimice iniţiale şi oxidarea mineralelor componente. Astfel, de exemplu:

$$FeCO_3 \longrightarrow FeO + CO_2 - 19{,}8 \text{ kcal}$$
$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2 - 43{,}4 \text{ kcal}$$
$$MgCO_3 \longrightarrow MgO + CO_2 - 28{,}0 \text{ kcal}$$

Oxidul de fier este oxidat de obicei la rîndul său transformîndu-se în Fe_2O_3, respectiv Fe_3O_4. Pirita arde în atmosfera oxidantă

$$4\ FeS_2 + 11\ O_2 \longrightarrow 2\ Fe_2O_3 + 8\ SO_2 - 89{,}6 \text{ kcal}$$

iar SO_2 poate reacţiona de asemenea cu carbonatul de calciu după cum urmează:

$$2\ CaCO_3 + 2\ SO_2 + O_2 \longrightarrow 2\ CaSO_4 + 2\ CO_2 + 72{,}4 \text{ kcal.}$$

Clorurile din cenuşă sublimează.

În afară de aceasta, ca o consecinţă a acestor reacţii are loc şi o scădere a greutăţii specifice a cenuşii prin pierderea unor componente volatile.

Cenuşa fiind încălzită la temperaturile ridicate din focar, prin topire formează zgura. Aceasta are în general o culoare în spre negru, datorită prezenţei fierului bivalent; există însă zguri verzui, maron şi roşii. Zgurile de cenuşă se deosebesc de cele de furnal prin conţinutul lor ridicat de oxizi de fier şi redus de CaO. Căldura specifică de topire, necesară pentru distrugerea reţelei cristaline, este funcţie de compoziţia corpului respectiv. În cazul cenuşii, căldura specifică de topire variază între 30 şi 100 kcal/kg. Spre deosebire de cenuşă, care este după cum am arătat o mixtură a unor componente provenite din masa minerală, zgura solidificată reprezintă o soluţie solidă a componentelor sale. În cazul unor temperaturi ridicate, la focare cu evacuare lichidă de exemplu, între părţile componente ale cenuşii au loc diverse reacţii. Dacă durata acestui proces este suficient de lungă, zgura se transformă într-un fluid omogen [2].

Componentele cenuşii, atît timp cît apar sub forma unor corpuri pure, au temperaturi

ridicate de topire și urmează legile topirii (o anumită temperatură de topire ce rămîne constantă în timpul procesului). Spre deosebire de acestea, în cazul mixturilor respectiv soluțiilor, nu există o temperatură bine definită de topire. Corpurile care formează mixtura trec în stare lichidă într-un anumit domeniu de temperatură. Ca urmare a acestei situații, temperatura de topire a cenușii este mai scăzută decît cea a oxizilor metalici, care intră în componența ei. În tabela 1, se arată comparativ temperaturile de topire a oxizilor și a mixturilor lor.

Tabela 1

Temperatura de topire a oxizilor metalici		Temperatura aproximativă de topire a mixturilor
SiO_2 1625°C	$Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2 + 2\,FeO \cdot SiO_2 + SiO_2$	1000—1100°C.
Al_2O_3 2 050°C	$2FeO \cdot SiO_2 + FeO$	1175°C
CaO 2 570°C	$CaO.FeO + CaO.Al_2O_3$	1200°C
Fe_2O_3 1 550°C	Ca—FeO — Olivină — $CaSiO_2$	1093°C
FeO 1 030°C	$CaO.Al_2O_3 + 2SiO_2 + CaSiO_3 + SiO_2$	1170°C

Aceasta face ca eutecticele topite să dizolve restul componentelor solide. Se obține astfel fluidificarea unor componente la temperaturi mai scăzute decît temperaturile lor de topire.

Formarea unor astfel de topituri este avantajată de prezența bioxidului de siliciu liber. Astfel, cu cît raportul SiO_2 Al_2O_3 este mai mare de 1,18 — valoarea pentru cazul cînd în zgură se găsește numai SiO_2 legat — cu atît zgura este mai fluidă. Deoarece numărul componentelor care intră în compoziția cenușii este mare, este greu să se prevadă efectul fiecărui component asupra procesului de topire. Se precizează că oxizii din zgură influențează temperatura punctului de topire (unii îl ridică, alții din contră îl coboară). Ca urmare a acestei situații, temperatura de topire depinde de un raport al cărui numărător reprezintă participația în procente a oxizilor ce ridică temperatura iar la numitor a celor ce-l coboară.

Se recomandă următoarea relație:

$$\text{de exemplu } K = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{Fe_2O_3 + MgO + CaO}$$

$$\text{sau } K = \frac{SiO_2 + 0{,}5\ (Al_2O_3 + K_2O)}{0{,}5\ (Fe_2O_3 + FeO + CaO) + MgO + Na_2O}$$

Diagrama triunghiulară oferă de asemenea indicii destul de prețioase asupra temperaturii și comportării zgurii în domeniul de înmuiere și topire [3]. Caracterizarea se face pe baza conținuturilor de $SiO_2 + Al_2O_3$, $Fe_2O_3 + FeO$ și $CaO + MgO + SO_3 + Rest$. Suma participațiilor procentuale ale tuturor componentelor trebuie să fie 100%.

În diagramă sînt trecute sub formă de isoterme punctele de înmuiere precum și cea mai joasă temperatură de sinterizare care ar putea cauza depuneri exterioare pe țevi.

Trebuie observat că procesul topirii zgurii trece prin următoarele faze:

Întîi are loc sinterizarea ce se face în 0 pînă la 5 trepte, depinzînd de regiunea diagramei după care zgura se înmoaie, se topește și apoi curge.

Deoarece compoziția chimică nu poate să prezinte siguranță suficientă pentru determinarea zonei de transformare, determinarea tuturor componentelor fiind laborioasă și greu de realizat — se folosesc diverse procedee fizice pentru determinarea comportării cenușii în

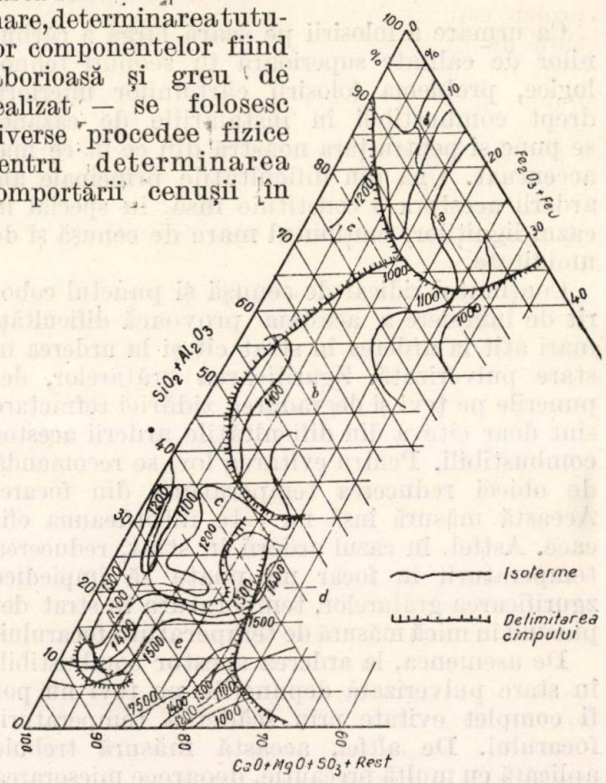


Fig. 1. Diagrama triunghiulară.

domeniul de topire. Aceste metode reprezintă procedee convenționale care dau numai valori relative, ce variază de la un procedeu la altul. Aceste procedee nu pot însă să reproducă decît parțial condițiunile de temperaturi, de încălzire, viteză de ardere și compoziția atmosferei din focar.

La toate aceste procedee de laborator cenușa este fin mojarată, formînd un amestec intim, așa cum niciodată nu se găsește in focar.

În totalitatea lor, procedeele se pot clasifica în 2 mari grupe:

Grupa I constă în observarea directă a unor corpuri de probă din cenușă, de formă geometrică bine stabilită care variază de la un sistem la altul [4], [5], [6], [7]. Cea mai folosită formă este o piramidă cu baza un triunghi echilateral și o față perpendiculară pe suprafața bazei (se folosesc însă și cilindri, cuburi etc). Cenușa cu un liant, de obicei sub formă de soluție de dextrină, sînt pregătite în condiții stabilite și se formează în matriță. Metoda propriu-zisă constă în observarea transformărilor suferite de corpul de probă și determinarea temperaturii la care au loc unele schimbări caracteristice de formă ale corpului de probă încălzit într-un cuptor, într-o anumită

atmosferă (reducătoare, semireducătoare, mai rar oxidantă). Se determină cu această ocazie de obicei 3 temperaturi:

1) temperatura începutului deformării corpului de probă la care are loc rotunjirea vîrfului sau înclinarea (în situația cînd corpul de probă este o piramidă) — numită temperatura de înmuiere t_1;

2) temperatura la care corpul de probă s-a îndoit și atinge cu vîrful placa de susținere sau a ajuns o semisferă — numită temperatură de topire t_2;

3) temperatura la care corpul de probă s-a deformat complet și începe să curgă pe placă — numită temperatura de curgere t_3;

Intervalul între t_1 și t_2 se consideră zona de înmuiere și cel între t_2 și t_3 zona de topire. În figura 2 sînt redate grafic modificările de

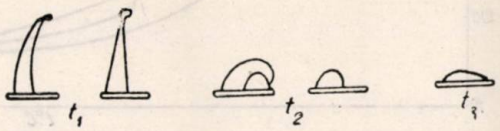


Fig. 2.

formă ale unei piramide de probă [8]. La unele aparate (Microscopul cu încălzire Leitz) fazele caracteristice sînt fotografiate simultan cu indicațiile aparatului de măsură a temperaturii. Acest aparat este format dintr-un cuptor electric și o rezistență reglabilă ce permite fixarea temperaturii. Instrumentul de observație și fotografiere redat în fig. 3 se compune

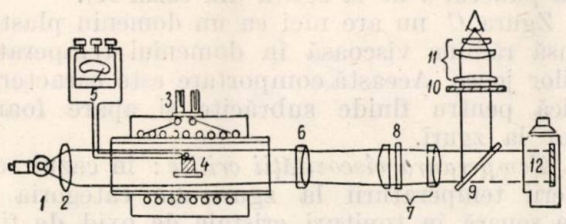


Fig. 3. Schema microscopului de încălzire:

1 — sursa luminoasă; *2* — lentilă; *3* — alimentarea electrică a cuptorului; *4* — corpul de probă și termoelementul; *5* — indicator de temperatură; *6* — obiectiv; *7* — ocular; *8* — placă cu rețea rectangulară; *9* — oglindă de întoarcere (reflecție); *10, 11* — sistem de mărire; *12* — camera fotografică.

dintr-un tub microscopic cu obiectiv special și ocular fix prevăzut cu un sistem de coordonate. În spatele microscopului se află un aparat de fotografiat cu reflecție prin oglindă. Microscopul proiectează o imagine umbrită mărită de 5 ori pe sticla mată de observație sau pe film. Punctul de sudură al termoelementului care indică temperatura e situat în același plan cu corpul de probă și apare pe imagine. Suprafața corpului de probă este luminată cu un luminator special. Prin variația înălțimii corpului de probă în funcție de timp se poate determina punctul de topire. În fig. 4 se arată punctele unui proces de topire, corpul de probă fiind un cilindru.

Grupa II constă în înregistrarea variației înălțimii unui corp de probă în domeniul topirii. Și aici corpul de probă se face din cenușă, adăugîndu-se un liant (dextrină sau

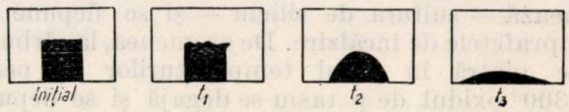


Fig. 4.

gumă arabică) iar deasupra corpului o tijă ce apasă asupra corpului de probă înregistrînd variația de înălțime a acestuia. Etapele sînt stabilite și aici convențional și anume în cazul cilindrului de 10 mm. înălțime des folosit, (metoda Bunte-Baum):

I. Înmuierea are loc cînd înălțimea cilindrului scade de la 10 la 8 mm;

II. Topirea are loc cînd înălțimea cilindrului scade de la 8 la 4 mm;

III. Curgerea are loc cînd înălțimea cilindrului scade de la 4 pînă la 2 mm.

Unii consideră punct de topire temperatura la care corpul de probă a scăzut, ajungînd la 3/5 din înălțimea sa inițială [3].

Metodele cele mai precise sînt metodele din grupa I, metode care nu supun corpul de probă decît la solicitări termice. Metodele din grupa II, supunînd corpul de probă la eforturi mecanice combinate cu solicitări termice, conduc la valori diferite de cele reale.

Cunoașterea punctelor caracteristice de topire ale cenușilor este importantă în proiectarea și exploatarea instalațiilor de ardere. Astfel în cazul arderii în strat, depășirea temperaturii de înmuiere poate duce la zgurificarea grătarului (formarea plăcilor mari de zgură, care împiedică intrarea aerului prin stratul de combustibil). La arderea în stare pulverizată, depășirea temperaturii de înmuiere în focar atrage după sine ca particolele antrenate, în stare plastică sau chiar lichidă, să se depună pe suprafața exterioară a țevilor (ecrane, supraîncălzitor), formînd aici un strat din ce în ce mai gros. O acțiune dăunătoare o au și particolele ce se depun pe pereții focarului, formînd depuneri care atacă zidăria refractară. Pentru evitarea acestor neajunsuri, se recomandă ca temperatura gazelor la ieșirea din focar să fie mai scăzută decît temperatura de înmuiere a zgurii sau aplicarea unor metode constructive. Scăderea temperaturii în focar se realizează printr-o ecranare mai puternică, exces mai mare de aer, introducerea de aer turbionar în ultima treime a focarului.

O scădere prea mare a temperaturii din focar are, în cazul arderii prafului de cărbune, o influență negativă asupra condițiilor menținerii stabilității aprinderii.

La unii combustibili apar dificultăți în focar (grătar) chiar sub temperatura de înmuiere,

sau au loc o serie de fenomene care duc la depuneri ce nu pot fi prinse (prevăzute) prin procedeele convenționale arătate mai sus. Astfel, la unele cenuși care fac parte din regiunea „*b*" al diagramei triunghiulare la 940°C sublimează — sulfura de siliciu — și se depune pe suprafețele de încălzire. De asemenea, la cărbunii de piatră în cazul temperaturilor de peste 1 300° oxidul de potasiu se degajă și se depune pe suprafețele fierbătoare sau pe suprafețele supraîncălzitoare care se găsesc la temperaturi mai scăzute. Problema depunerilor este și mai periculoasă la cărbunii bruni ce conțin alcalii în special sub forma de ClNa și SO_4Na_2. În cazul acestora au loc topiri parțiale începînd de la temperatura de 600°C. Pentru caracterizarea tendinței de depunere la arderea unui anumit sort de cărbune, s-au propus o serie de procedee de laborator. Printre acestea, este și așa-numita probă de sinterizare [9]. Aceasta constă în următoarele : o cantitate de 250 ÷ 300 g antrenate se macină pînă la finețea 150 μ și se formează corpuri de probă de formă cilindrică cu diametrul de 17 mm și înălțimea de 19 mm. Corpurile de probă sînt apoi presate la 10 at. Cilindrii introduși în cuptoare sînt încălziți pînă la temperaturi stabilite între 700 și 1 000°C. Timpul de încălzire este de 1 1/2 oră după care diferiții cilindri sînt menținuți 15 ore la temperaturi constante, de obicei la 4 temperaturi. Cilindrii de probă sinterizați se supun la încercarea de rezistență la compresiune. Probele astfel efectuate pentru cărbunii care prezintă mici diferențe în ceea ce privește punctele caracteristice (înmuiere, topire, curgere), dar se deosebesc mult din punct de vedere al tendinței de depunere pe țevi, prezintă deosebiri mari la încercarea de rezistență la compresiune a probei sinterizate. Rezistența la compresiunea probei sinterizate a unui cărbune ce nu are tendință de depunere pe țevi este mult mai scăzută decît aceea a unui cărbune cu tendințe de depunere.

În ultimul timp cazanele cu evacuare lichidă a zgurii din focare sînt din ce în ce mai răspîndite. Pentru acest fel de focare este necesară cunoașterea comportării zgurii dincolo de domeniul plastic, în domeniul ei fluid. În acest domeniu de o importanță deosebită este viscozitatea zgurilor. Părerea că toate zgurile au aceeași viscozitate în punctul lor de topire deoarece corpurile lor de probă au aceeași formă și mărime — a fost infirmată. Nu există nici o legătură de corespondență între mărimea viscozității la temperatura de topire și valoarea acestei temperaturi. Zgura este capabilă să picure abia la 0,8 kgs/m² = 78,5 Poise, iar o curgere bună se realizează la o sub. 0,35 kgs/m² = 35,3 Poise. Viscozitatea zgurilor variază invers proporțional cu temperatura sau altfel vorbind fluiditatea (mărimea inversă vîscozității) crește proporțional cu temperatura.

Reprezentarea grafică a viscozității funcție de temperatură se face fie într-o diagramă logaritmică (U.R.S.S. și S.U.A.) fie într-o diagramă cartesiană obișnuită. În diagrama logaritmică din figura 5 se redau curbe caracteristice pentru 3 zguri [2].

Zgura *A* are un domeniu plastic și fluid. Între temperatura de solidificare (punctul *2*)

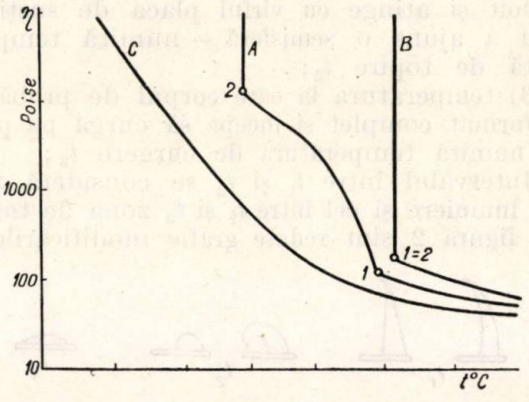


Fig. 5.

și temperatura viscozității critice (punctul *1*) se află domeniul plastic. Dincolo de punctul *1* zgura este vîscoasă, se consideră lichidă.

Zgurile de tipul *B* și *C* sînt cazuri particulare ale cazului *A* și anume :

Zgura *B* nu are un domeniu plastic. Ea se solidifică imediat ce este răcită sub temperatura punctului *1* (care în acest caz este identic cu punctul *2* de la zgura din cazul *A*).

Zgura *C* nu are nici ea un domeniu plastic, însă rămîne vîscoasă în domeniul temperaturilor joase. Această comportare este caracteristică pentru fluide subrăcite și apare foarte rar la zguri.

Temperaura vîscozității critice : în cazul scăderii temperaturii la zguri din categoria *A* se separă în topituri cristale de oxid de fier. Aceasta are ca urmare o creștere vertiginoasă a vîscozității. Zgura cu cristale separate se comportă mai degrabă ca un corp plastic decît ca un corp lichid. Temperatura la care se formează cristalele se numește temperatura vîscozității critice. Ea variază în funcție de conținutul în fier al zgurii, de cel în CaO și de gradul de oxidare exprimat prin raportul $O_{chiv} = \frac{Fe_2O_3}{Fe_2O_3} 100\%$ prin care se exprimă proporția de Fe_2O_3 în zgură. Influența gradului de oxidare a fierului asupra temperaturii de vîscozitate critică se înțelege ușor dacă se amintește că temperatura de topire a Fe_2O_3 este cu cicra 500°C mai ridicată ca cea a FeO. Deosebirea este și mai mare în cazul legării FeO în topituri.

Se menționează că, la aceeași zgură, cu grade de oxidare diferite, vîscozitatea — dincolo de temperatura vîscozității critice — nu este prea mult influențată de gradul ei de oxidare. Însă,

prin ridicarea gradului de oxidare la 30%, respectiv 56%, o zgură care la $O_{echiv} = 13\%$ nu a avut domeniu plastic, va avea un punct de inflexiune, ceea ce dovedește existența unei zone plastice.

Temperatura de solidificare este temperatura la care zgura de tipul *A* trece din domeniul plastic în cel solid și este funcție de gradul de oxidare și de conținutul de CaO.

Zgurile cu un procent ridicat de fier puternic oxidat, care trec brusc din starea lichidă în domeniul plastic, se numesc zguri scurte. Zgurile care au o temperatură scăzută a vîscozității critice, respectiv n-au un domeniu plastic, se numesc zguri lungi.

În U.R.S.S. se folosește ca grad de comparație pentru lungimea zgurilor raportul

$$\frac{\eta_{max} - \eta_{min}}{t_{max} - t_{min}}$$

în care $\eta_{max} = 100$ Poise și $\eta_{min} = 10$ Poise iar t_{max} și t_{min} sînt temperaturile corespunzătoare ale acestor viscozități.

Determinarea însăși a viscozității funcție de temperatură prezintă o serie de dificultăți din cauza agresivității chimice a zgurilor și a efectuării determinărilor de viscozitate la temperaturi foarte ridicate [10].

Din acest motiv, se folosește de multe ori în practică nomograma din fig. 6 care dă rezultate cu o aproximație nu prea mare. Ea este valabilă pentru zguri al căror raport $\frac{SiO_2}{Al_2O_3} = 2$. Nomograma se bazează pe variația vîscozității în funcție de raportul SiO_2 și restul componentelor ce se exprimă prin

$$S = \frac{SiO_2}{SiO_2 + CaO + MgO + \text{echiv. } Fe_2O_3}$$

Compoziția reală a zgurii se exprimă sub forma

$$SiO_2 + CaO + MgO + \text{echiv.}Fe_2O_3 = 100.$$

Fierul conținut în zgură este transformat pentru aceasta în oxid de fier după formula

$$\text{echiv. } Fe_2O_3 = Fe_2O_3 + 1{,}11\ FeO$$

Scara C de pe nomogramă indică viscozitatea zgurii la temperatura de 1485°C în funcție de *S*. Pentru determinarea vîscozității la o altă temperatură se unește printr-o dreaptă cifra *S* respectivă de pe scara *C* cu temperatura de 1485°C de pe scara *A*. Intersecția acestei drepte cu linia auxiliară *B* se folosește ca punctde rotație. Din acest punct se duce o dreaptă pre temperatura reală, pe scara *A*, la care se cere determinarea viscozității. In tersecția acesteia cu *C* indică valoarea viscozității.

După cum se vede o exploatare rațională a cazanelor care funcționează cu combustibili solizi, bogați în cenușă, cere cunoașterea caracteristicilor de bază ale cenușii respectiv zgurii. Cunoașterea lor este tot atît de importantă la arderea în strat cît și la cea în stare pulverizată. În cazul folosirii ligniților, avînd în vedere că aceștia au caracteristici foarte diferite cunoașterea comportării zgurilor trebuie să fie bine cunoscută și cercetată atît de proiectant cît și de personalul de exploatare al cazanelor. Paralal cu aceasta, cunoașterea comportării zgurilor în domeniul plastic și fluid este necesară constructorilor de cazane în vederea studierii trecerii la construcțiile viitoare a aplicării evacuării lichide a zgurii.

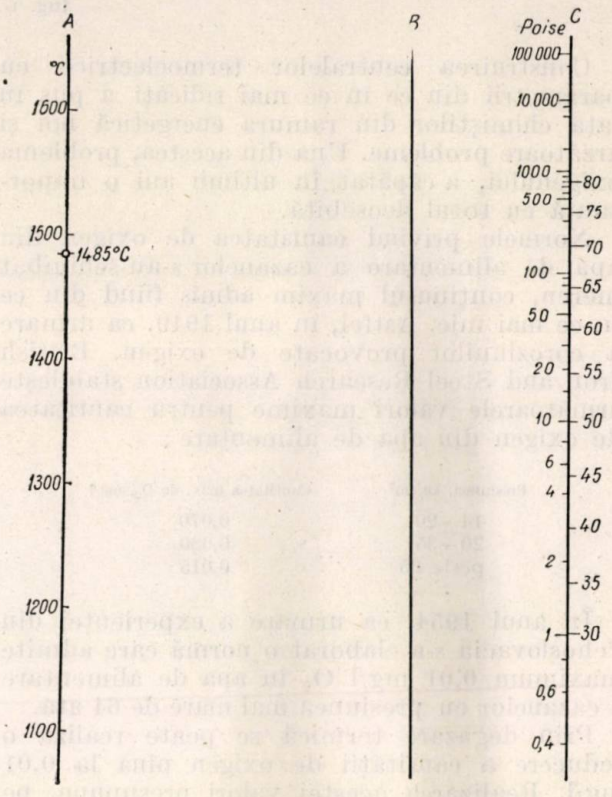


Fig. 6.

Bibliografie

[1] Blum I. și colaboratori, *Studiul statistic al cărbunilor din R.P.R.* Lucrare internă a Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.

[2] Doležal R., *Výtavná ohniste*, S.N.T.L. Praha 1956.

[3] Ledinegg M., *Dampferzeugung, Dampfkessel, Feuerungen.* Springer-Verlag Wien 1952.

[4] GOST, 2057—49.

[5] DIN 51730.

[6] BSS 453/1932.

[7] ASTM D 271/33.

[8] Zikeev T. A., Korelin A. I., *Analiz energeticeskogo topliva*, Gosenergoizdat Moskva, Leningrad 1948.

[9] Barnhart D. H., Williams P. G., *The sintering test -an index to ash fouling tendency*, Trans. ASME 78 (1956) nr. 6, pag. 1229/1236.

[10] Golubțov M. A., Zalkind I. Ia., *Ogneuporti i șlaki v energetike*, Gosenergoizdat Moskva, Leningrad 1953.

Despre hidrazină şi utilizarea ei la tratarea apei de alimentare a cazanelor de înaltă presiune

Ing. *G. NEUBERGER*

Construirea centralelor termoelectrice cu parametrii din ce în ce mai ridicaţi a pus în faţa chimiştilor din ramura energetică noi şi arzătoare probleme. Una din acestea, problema oxigenului, a căpătat în ultimii ani o importanţă cu totul deosebită.

Normele privind cantitatea de oxigen din apa de alimentare a cazanelor s-au schimbat mereu, conţinutul maxim admis fiind din ce în ce mai mic. Astfel, în anul 1949, ca urmare a coroziunilor provocate de oxigen, British Iron and Steel Research Association stabileşte următoarele valori maxime pentru cantitatea de oxigen din apa de alimentare :

Presiunea, kg/cm²	Cantitatea max. de O_2, mg/l
14—20	0,070
20—35	0,030
peste 35	0,015

În anul 1954, ca urmare a experienţei din Cehoslovacia s-a elaborat o normă care admite maximum 0,01 mg/l O_2 în apa de alimentare a cazanelor cu presiunea mai mare de 64 ata.

Prin degazare termică se poate realiza o reducere a cantităţii de oxigen pînă la 0,01 mg/l. Realizarea acestei valori presupune, pe de o parte, dimensionarea corectă a degazoarelor termice ale centralei (viteza de curgere mai mică de 50 m/h), iar pe de altă parte, respectarea riguroasă a tuturor celorlalte condiţii care determină o bună degazare (temperatură, presiune, debit constant etc.).

În practică, se întîmplă uneori ca, din diferite motive, să nu fie respectate permanent toate condiţiile necesare atingerii performanţelor maxime ale degazoarelor, ceea ce se traduce imediat printr-o creştere a cantităţii de oxigen în apa de alimentare. Aceste situaţii au condus la aplicarea diferitelor metode de eliminare a oxigenului rezidual, dintre care metoda degazării cu sulfit de sodiu s-a impus la început cu destul de multă autoritate. Eliminarea resturilor de oxigen are loc după reacţia :

$$2Na_2SO_3 + O_2 \rightarrow 2Na_2SO_4 \qquad (1)$$

Concomitent însă au loc şi reacţiile :

$$4Na_2SO_3 \rightarrow 3Na_2SO_4 + Na_2S \qquad (2$$

$$Na_2SO_3 + 2H_2O \rightarrow H_2SO_3 + 2NaOH$$

$$H_2SO_3 \rightarrow SO_2 + H_2O \qquad (3)$$

Sulfura de sodiu se poate forma în cazane, prin reducerea sulfitului de sodiu, iar prezenţa bioxidului de sulf a putut fi determinată la o serie de instalaţii care folosesc sulfitul de sodiu pentru degazarea oxigenului rezidual. În anumite condiţii, sulfatul şi sulfitul de sodiu se pot depune împreună cu soda, formînd un amestec care distruge pelicula de Fe_3O.

Toate acestea constituie dezavantaje serioase la folosirea sulfitului de sodiu ca substanţă care să absoarbă resturile de oxigen. La aceasta mai trebuie adăugat marele inconvenient al măririi salinităţii apei, căci conform reacţiei (1) se vede că pentru a alimenta o parte O_2 sînt necesare 7,9 părţi sulfit, iar pentru a obţine o bună degazare a oxigenului rezidual, sulfitul trebuie dozat în exces.

Dacă mărirea reziduului fix la cazanele de joasă şi medie presiune era un inconvenient peste care se putea totuşi trece, la cazanele de înaltă presiune această creştere a salinităţii este hotărîtoare pentru a nu mai putea folosi sulfitul de sodiu la degazarea oxigenului rezidual.

Deşi aceste dezavantaje erau cunoscute, sulfitul de sodiu a fost folosit totuşi pînă după cel de-al doilea război mondial, cînd apariţia în cantităţi industriale a hidratului de hidrazină a făcut ca acesta din urmă să-i ia treptat locul.

Hidrazina ($NH_2—NH_2$) se prepară prin oxidarea parţială a amoniacului sau a ureei cu hipocloriţi :

$$NaOCl + NH_3 \rightarrow NH_2Cl + NaOH \qquad (4)$$

$$NH_2Cl + NH_3 \rightarrow N_2H_4 + NaCl + H_2O \qquad (5)$$

Reacţia (5) este lentă şi simultan are loc şi reacţia :

$$N_2H_4 + 2NH_2Cl \rightarrow NH_4Cl + N_2 \qquad (6)$$

ceea ce face ca randamentul maxim să fie doar de 60% din cel teoretic. Celelalte metode de preparare a hidrazinei (oxidarea amoniacului prin alţi agenţi, descompunerea combinaţiilor diazoice etc.) sînt mult mai rar aplicate.

Hidrazina anhidră este lichidă la temperatura ordinară, este miscibilă cu apa şi alcoolii inferiori. Densitatea, punctul de topire şi de fierbere sînt apropiate de cele ale apei. Are caracter alcalin şi prin aceasta se aseamănă cu amoniacul.

În comerţ, hidrazina se găseşte sub formă de sulfat acid ($N_2H_4 \cdot H_2SO_4$) şi hidrat de hidrazină.

Sulfatul acid de hidrazină, în stare pură, este o sare albă care cristalizează în sistemul romboedric, cu punct de topire 254°C şi densitate 1,378.

Hidrazina din comerț este o soluție apoasă de concentrație 35%. Soluția de 64% corespunde formulei $N_2H_4 \cdot H_2O$, de unde și numele de hidrat de hidrazină.

Densitatea soluțiilor apoase de hidrazină este dată în tabela 1.

Tabela 1

Densitatea soluțiilor apoase de hidrazină

N_2H_4 % greutate	d_4^{15}	N_2H_4 % greutate	d_4^{15}
14,00	1,0142	67,40	1,0464
26,45	1,0272	72,00	1,0440
34,25	1,0340	74,90	1,0421
40,58	1,0389	78,50	1,0400
46,40	1,0425	80,00	1,0379
55,30	1,0461	84,00	1,0358
55,90	1,0464	90,80	1,0300
64,10	1,0470	10,00	1,0114

În continuare sînt indicate constantele fizice ale hidrazinei și ale hidratului de hidrazină:

	Hidrazină	Hidrat de hidrazină	
Concentrație	—	85 %	100 %
Greutate moleculară	32,05	50,05 %	50,05
Viscozitate în cP la 25°C	—	1,45	1,50
Temperatură de fierbere °C	113,5	119,8	120,1
Temperatură de aprindere °C		89,4	72,8
Temperatură de autoaprindere °C		95,6	74,4
Punct de topire °C	1,4	40	40

Soluțiile de hidrazină de 1% au la 25°C, pH = 29.

Soluțiile de hidrazină se găsesc la 25°C în următoarele stări de echilibru:

$$N_2H_4 + H_2O \rightleftarrows [N_2H_5]^+ + [OH]^-$$

$$K_1 = \frac{[N_2H_5]^+ \ [OH]^-}{[N_2H_4]} = 0{,}5 \cdot 10^{-7}$$

$$[N_2H_5]^+ + H_2O \rightleftarrows [N_2H_6]^{++} + [OH]^-$$

$$K_2 = \frac{[N_2H_6]^{++} \ [OH]^-}{[N_2H_5]^+} = 8{,}9 \cdot 10^{-16}$$

Prin aceasta se explică caracterul alcalin al hidrazinei. Soluțiile de hidrazină sînt mai puțin alcaline decît cele de amoniac

$$K_{NH_3} = 1{,}8 \cdot 10^{-5}.$$

Hidrazina este un reductor puternic, capabil să reducă numeroși ioni metalici de valențe inferioare. Astfel Fe^{3+}, Cu^{2+}, Au^{2+}, Hg^{2+}, Ni^{2+} sînt susceptibili a fi reduși de hidrazină. Cu oxigenul, hidrazina se combină după reacția:

$$N_2H_4 + O_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$$

Pe această reacție se bazează folosirea hidrazinei la eliminarea oxigenului rezidual din apa de alimentare. Avantajele folosirii hidrazinei în acest scop pot fi rezumate astfel:

1) în apa de alimentare și de cazan nu se adaugă săruri suplimentare;

2) din reacția hidrazinei cu oxigenul nu rezultă săruri;

3) din descompunerea hidrazinei ($3\ N_2H_4 \rightarrow 4\ NH_3 + N_2$) nu rezultă săruri;

4) aburul și condensatul capătă caracter alcalin, ceea ce reduce coroziunea provocată de CO_2;

5) se poate reduce volumul determinărilor de oxigen;

6) oxidul fero-feric nu este atacat de hidrazină, ci din contră este stabilizat de aceasta.

Trebuie arătat aici că teoriile mai vechi considerau hidrazina capabilă să reducă Fe_3O_4 la FeO sau Fe, de îndată ce tot oxigenul liber a fost consumat. Cercetări recente au arătat însă că hidrazina reduce numai Fe_2O_3, și anume pînă la Fe_3O_4, ceea ce contribuie la crearea și menținerea unei pelicule protectoare în instalațiile de cazane.

Eliminarea hidrogenului prin hidrazină are loc după un mecanism de reacție complex, care este influențat de o întreagă serie de factori. Studiile lui Ellis și Moreland au urmărit influența pe care o au:

a) puritatea apei,
b) *p*H-ul apei,
c) prezența unui exces de hidrazină,
d) temperatura apei,
e) prezența ionilor metalici și
f) prezența catalizatorilor heterogeni.

a) *Puterea apei.* Influența pe care o are natura apei asupra vitezei de reacție între hidrazină și oxigen este arătată în fig. 1. Se

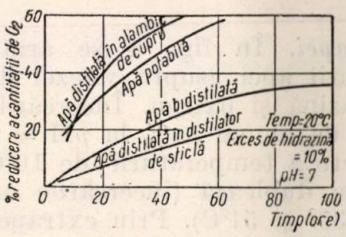


Fig. 1. Influența pe care o are natura apei asupra vitezei de reacție între hidrazină și oxigen.

vede că viteza de reacție scade o dată cu creșterea purității apei utilizate.

b) *p*H-*ul apei.* Influența *p*H-ului apei asupra vitezei de reacție dintre hidrazină și oxigen

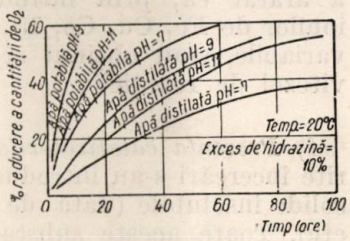


Fig. 2. Influența *p*H-ului asupra vitezei de reacție dintre hidrazină și oxigen.

este arătată în fig. 2. Se observă că la excesul de 10% hidrazină, cu care s-au făcut încercările, viteza de reacție este maximă la *p*H = 9. Altă serie de încercări a arătat ca *p*H-ul optim este între 9 și 10. La valori mai mari ale *p*H-ului, viteza de reacție scade.

c) *Prezența unui exces de hidrazină.* Influența excesului de hidrazină asupra vitezei de reacție dintre hidrazină și oxigen este arătată în fig. 3.

Se vede că la un acelaşi pH, viteza de reacţie creşte apreciabil o dată cu creşterea excesului de hidrazină. Pe de altă parte, se scoate în evidenţă şi faptul că la pH = 7, chiar şi un exces de 300% hidrazină nu are mare influenţă asupra vitezei de reacţie.

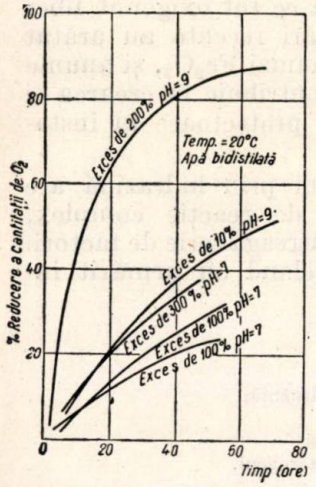


Fig. 3. Influenţa excesului de hidrazină asupra vitezei de reacţie dintre hidrazină şi oxigen.

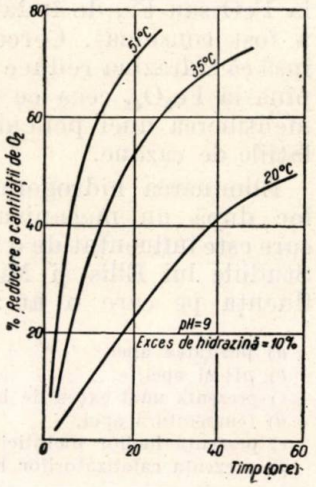


Fig. 4. Influenţa temperaturii asupra vitezei de reacţie dintre hidrazină şi oxigen.

d) *Temperatura apei.* În fig. 4 se arată influenţa temperaturii apei asupra vitezei de reacţie dintre hidrazină şi oxigen. Încercările făcute cu un exces de numai 10% la pH = 9 arată că la o creştere a temperaturii de 10°C viteza de reacţie se dublează (încercările au fost făcute la 20°, 35° şi 51°C). Prin extrapolarea rezultatelor obţinute, se poate trage concluzia că la 170°C reacţia are loc în cîteva secunde.

e) *Prezenţa ionilor metalici.* Studiul variaţiei vitezei de reacţie în prezenţa unor ioni străini a arătat că, prin introducerea în soluţie a ionilor de Fe, Cu, Co, Ni, Cr, Mn, în cantităţi variabile, s-au obţinut creşteri apreciabile ale vitezei de reacţie.

f) *Prezenţa catalizatorilor heterogeni.* În diferite încercări s-au introdus în sistem substanţe solide insolubile (vată de sticlă, cărbune activ etc). Toate aceste substanţe au mărit viteza de reacţie, cele mai bune rezultate fiind obţinute cu cărbune activ. Este interesant de menţionat că în prezenţa cărbunelui activ, viteza de reacţie creşte mult, chiar şi la temperaturi joase.

Din ansamblul acestor încercări de laborator se poate trage concluzia că reacţia dintre hidrazină şi oxigen nu este numai o simplă reacţie bimoleculară. Această primă constatare, completată cu observaţiile din exploatare arată că, în ceea ce priveşte mecanismul de reacţie dintre hidrazină şi oxigen, există trei posibilităţi:

1. Reacţie omogenă. Reacţia este bimoleculară şi poate fi reprezentată:

$$N_2H_4 + O_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O \qquad (7)$$

2. Reacţie de adsorbţie, la suprafaţă — heterogenă. Reacţia dintre hidrazină şi oxigen ar avea loc după adsorbţia lor pe suprafaţa metalului sau a oxizilor:

$$N_2H_4 + O_2 \rightarrow \underset{\text{adsorbţie suprafaţă}}{[N_2H_4O_2]} \rightarrow N_2 + 2H_2O \qquad (8)$$

3. Reacţia heterogenă, în care oxidul feric este redus de hidrazină la oxid feroferic, iar acesta din urmă este reoxidat de oxigen ca oxid feric. Procesul este ciclic şi continuu:

$$6\ Fe_2O_3 + N_2H_4 \longrightarrow 4\ Fe_3O_4 + N_2 + 2H_2O \qquad (9)$$

$$4\ Fe_3O_4 + O_2 \longrightarrow 6\ Fe_2O_3 \qquad (9')$$

Observaţiile din exploatare par să indice că reacţiile (9) şi (9)' au caracter predominant, deoarece:

— chiar şi la folosirea unui exces de 100% hidrazină durează 2—3 săptămîni dela începutul tratării cu hidrazină şi pînă la apariţia acesteia în apa de cazan. Se pare că în acest interval de timp are loc reducerea întregii cantităţi de oxid feric de pe traseul apei de alimentare;

— culoarea oxizilor din cazan se schimbă de la roşu la negru;

— chiar dacă tratamentul cu hidrazină este întrerupt pentru un timp îndelungat, nu se găseşte oxigen la intrarea apei în economizor, chiar dacă acesta este prezent în cantităţi mici la ieşirea din degazoare. Probabil că oxizii reduşi de hidrazină sînt din nou oxidaţi, ceea ce consumă oxigenul înainte ca acesta să ajungă la economizor.

Se pare că şi reacţiile (7) şi (8) au loc, căci la dozarea unui exces de 700% hidrazină în conducta de aspiraţie a pompei de alimentare oxigenul este consumat aproape imediat, la refularea pompei nemaiputîndu-se determina oxigen. Existenţa reacţiei (8) este confirmată şi de faptul că reacţia dintre hidrogen şi hidrazină este mult accelerată prin filtrarea apei peste cărbune activ. Această posibilitate de accelerare a reacţiei este folosită în exploatare în cazurile în care apa de alimentare are temperatură joasă (< 100°C). În acest caz, apa la care s-a dozat soluţia de hidrazină este trecută printr-un filtru cu cărbune activ. În afară de faptul că reacţia dintre hidrazină şi oxigen este astfel accelerată, se obţine şi un reglaj automat şi precis al cantităţii de hidrazină, cărbunele activ avînd proprietatea de a reţine hidrazina dozată în exces şi de a o ceda în măsura în care este dozată în cantitate insuficientă.

Manipularea soluţiilor concentrate (hidrazina se găseşte în comerţ sub formă de soluţii apoase de 35—80%) de hidrazină necesită unele precauţii, datorită faptului că vaporii sînt uşor inflamabili, iar în anumite condiţii însăşi soluţia de hidrazină se poate descompune cu degajare mare de energie. Pericolul scade cu micşorarea

concentrațiilor soluțiilor de hidrazină, soluțiile de 35% fiind considerate de acum ca nepericuloase.

Hidrazina se păstrează în vase de oțel inoxidabil sau vase căptușite cu polietilenă. Recipienții din oțel obișnuit trebuie evitați, căci ei pot rugini, iar soluțiile concentrate de hidrazină pot reacționa violent cu rugina.

Vaporii de hidrazină sînt iritanți și inspirarea acestora trebuie evitată. La manipularea soluțiilor de hidrazină se impune folosirea mănușilor de cauciuc, a ochelarilor sau a măștii de protecție și a costumului sau, cel puțin, a șorțului de cauciuc. Contactul hidrazinei cu pielea poate provoca dermatoze, chiar și în cazul soluțiilor diluate. În cazul în care hidrazina a venit în contact cu pielea, se recomandă spălarea imediată cu apă abundentă și săpun. Locurile în care s-a vărsat hidrazină trebuie de asemenea spălate cu multă apă.

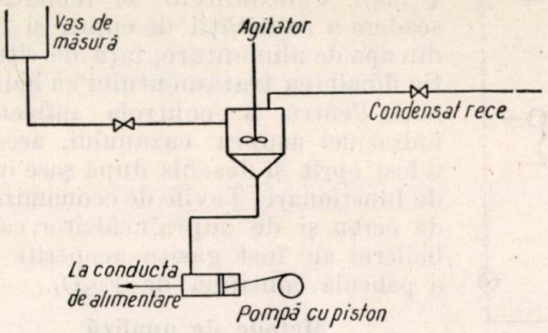


Fig. 5.

Depozitarea hidrazinei se face în locuri răcoroase, bine ventilate și, în general, în afara incintei termocentralei.

Degazarea oxigenului rezidual se face prin dozarea hidrazinei după degazorul termic, cu ajutorul unei pompe cu piston, de obicei după schema din fig. 5.

Vasul de măsură, cel de amestec și agitatorul sînt confecționate din oțel inoxidabil, fără molibden. Soluția de hidrazină se diluează la 1%, iar adaosul se face continuu, în funcție de cantitatea de oxigen din apă. *p*H-ul apei de alimentare este ridicat la 9, eventual prin adaos de amoniac, care se dozează împreună cu hidrazina.

La începutul tratamentului cu hidrazină, aceasta se adaugă într-un exces de 300—500% față de cantitatea necesară din punct de vedere teoretic. Se ține seamă de cantitatea de oxigen din apa degazată și de faptul că la 1 g O_2 corespunde 1 g N_2H_4.

După un anumit interval de timp, care depinde de cantitatea de Fe_2O_3 din circuit ce trebuie redusă la Fe_3O_4, hidrazina devine determinabilă în apa de cazan. În această situație, adaosul de hidrazină se reduce la valoarea teoretică sau chiar sub această valoare. În multe cazuri, hidrazina se dozează în așa fel încît în apa de alimentare să se mențină o cantitate de 0,05—0,25 mg/l, cu o valoare medie de 0,10 mg/l. În sfîrșit, la alte centrale adaosul de hidrazină se face în așa fel încît cantitatea de hidrazină ce se determină în condensat să fie egală cu aceea care se adaugă apei de alimentare.

Cantitatea de hidrazină ce se adaugă în circuit mai depinde și de cantitatea ce se pierde prin descompunere, conform reacției:

$$3N_2H_4 \longrightarrow 4NH_3 + N_2.$$

Într-o instalație de încercare la care s-a menținut în apa de cazan cantitatea de 0,25 mg/l hidrazină, Straub a stabilit procentul de descompunere a hidrazinei în funcție de temperatură:

la 177°C 4% NH_3

la 316°C 15% NH_3

Leicester remarcă existența unei relații între cantitatea de hidrazină din apa de cazan și cantitatea de amoniac din abur, respectiv condensat.

Rezultatele obținute la încercările efectuate cu o instalație de cazane de 40 ata cu o apă de alimentare ce conține 0,02 mg/l O_2 și o apă de cazan cu *p*H = 9,5 sînt redate în tabela 2.

Tabela 2

	Hidrazină în apa de alimentare, mg/l	Hidrazină în apa de cazan mg/l	Amoniac în abur, mg/l
Prima serie de încercări	1,0 2,0	0,55 0,73	0,3 0,8
A doua serie de încercări	1,0 2,0	0,20 0,30	0,5 1,0

Prezența amoniacului în circuitele termice care folosesc hidrazină prezintă avantajul legării CO_2 liber și al reducerii coroziunilor provocate de acesta.

Amestecul devine periculos pentru țevile de condensator numai în cazul în care au loc pătrunderi de aer în condensatoare și cînd *p*H-ul condensatorului este mai mic de 7,5. În cazurile în care condensatoarele erau etanșe pe partea de aer și *p*H-ul condensatorului era 8—9, folosirea hidrazinei a coincis cu o reducere a cantității de cupru din condensat chiar și în situațiile în care cantitatea de amoniac din condensat era de 1,6 mg/l.

După comunicările lui Freier, la o centrală de 125 ata, la care cantitatea de hidrazină din apa de alimentare s-a menținut la 0,2—0,3 mg/l, s-a putut observa în scurtă vreme o reducere apreciabilă a cantității de cupru din condensat.

Rezultate similare s-au obținut și la Tavazzano la o centrală cu cazane de 140 ata și 520°C temperatura aburului supraîncălzit. După introducerea tratamentului cu hidrazină, cantitatea de cupru din apa de alimentare a scăzut

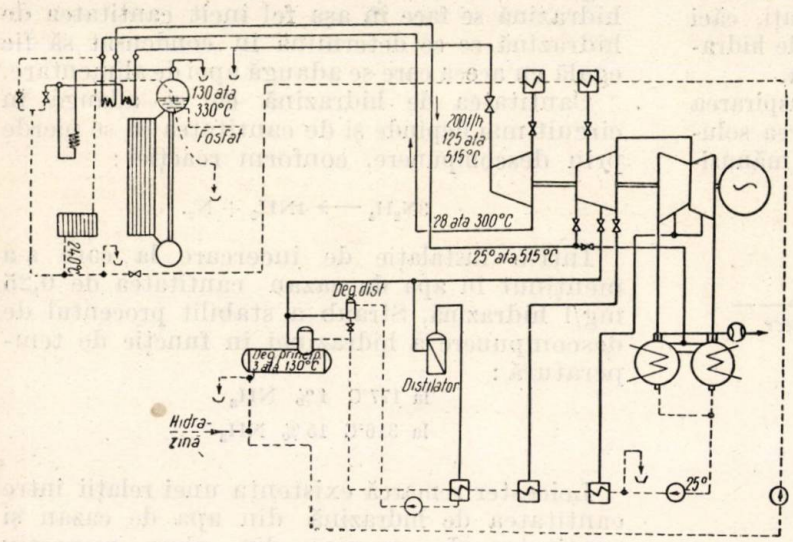


Fig. 6

de la 10γ la 5γ. În aburul saturat și supraîncălzit cuprul a fost practic absent (1—2γ).

Schema circuitului termic al centralei este arătată în fig. 6. Apa de alimentare este bine degazată (0,01 mg/l O_2) și are temperatura de 130°C. Hidrazina este diluată la concentrația de 1% și dozată într-un exces de 400%, adică 0,04 mg/l în apa de alimentare.

Lucrînd în aceste condiții, aburul și condensatul au *p*H-ul 8,5 la un conținut de amoniac de 0,1 — 0,2 mg/l. Mărirea dozajului de hidrazină a coincis cu o creștere imediată a cantității de amoniac. De menționat că la reducerea adaosului de hidrazină la valorile inițiale, *p*H-ul și cantitatea de amoniac din abur și condensat au revenit foarte încet la valorile curente ale exploatării

($pH = 8,5$; $NH_3 = 0,1 - 0,2$ mg/l).

Rezultatele obținute înainte și după aplicarea tratamentului cu hidrazină sînt reproduse în tabela 3.

Se observă că, după introducerea tratamentului cu hidrazină (martie 1955), cantitatea de amoniac din condensat a crescut la valori peste 1 mg/l. Concomitent se remarcă o scădere a cantității de cupru și fier din apa de alimentare, față de situația dinaintea tratamentului cu hidrazină. Pentru a controla influența hidrazinei asupra cazanului, acesta a fost oprit și deschis după șase luni de funcționare. Țevile de economizor, de ecran și de supraîncălzitor, ca și boilerul au fost găsite acoperite cu o peliculă continuă de Fe_3O_4.

Metode de analiză

Hidrazina se determină colorimetric. Pentru aceasta se folosește reacția de culoare dintre hidrazină și clorura de picril. Se formează hexanitrohidrazobenzolul galben care, la rîndul său, formează cu alcaliile săruri roșii sau violete.

Determinarea cantitativă:

Reactivi: *a*) Soluție de acetat de sodiu și citrat de sodiu (cîte 20 g la 200 ml apă).

b) Soluție de clorură de magneziu (5 g $MgCl_2.6H_2O$ la 100 ml apă = 10 mg/l MgO)

c) Soluție de sulfit de sodiu (100 mg Na_2SO_3 la 100 ml apă)

d) Soluție de reactiv (20 mg clorură de picril în 100 ml alcool etilic).

Determinare: La 10 ml din soluția de analizat se adaugă în ordine:

2 ml soluție *a*) ; 1 ml soluție *b*) ; 1 ml soluție *c*) ; 10 ml soluție *d*).

Concomitent o probă martor (apă distilată) este tratată în mod identic. După 60 minute, se colorimetrează la foto-

Rezultatele analitice înaintea și după aplicarea tratamentului cu hidrazină *Tabela 3*

Data	Hidrazină, mg/l				NH_3 — mg/l în condensat	Cu mg/l în apa de alimentare		Fe, mg/l în apa de alimentare		*p*H-ul condensatului
	în apa de alimentare	în apa de cazan	în abur	în condensat		I	II	I	II	
aug. 54	—	—	—	—	0,15	0,020	0,022	0,042	0,040	—
sept.	—	—	—	—	0,16	0,024	0,021	0,044	0,046	—
oct.	—	—	—	—	0,21	0,028	0,024	0,044	0,044	—
noiem.	—	—	—	—	0,19	0,036	0,035	0,062	0,058	—
dec.	—	—	—	—	0,25	0,024	0,026	0,052	0,056	—
ian. 55	—	—	—	—	0,23	0,022	0,024	0,043	0,047	8,5
febr.	—	—	—	—	0,20	0,022	0,020	0,047	0,046	8,4
mart.	0,049	0,030	lipsă	lipsă	1,00	0,011	0,011	0,036	0,033	8,8
april.	0,075	0,065	lipsă	lipsă	1,60	0,011	0,015	0,029	0,027	9,0
mai	0,057	0,050	lipsă	lipsă	1,05	0,009	0,011	0,028	0,028	8,8
iunie	0,060	0,048	lipsă	lipsă	1,15	0,009	0,009	0,021	0,020	8,9
iulie	0,052	0,046	lipsă	lipsă	1,05	0,011	0,011	0,029	0,025	8,8
aug.	0,041	0,044	lipsă	lipsă	1,30	0,012	0,010	0,019	0,022	8,9
sept.	0,077	0,082	lipsă	lipsă	1,65	0,012	0,009	0,022	0,022	9,2
oct.	0,084	0,088	lipsă	lipsă	1,20	0,007	0,009	0,022	0,021	9,0
noiem.	0,077	0,081	lipsă	lipsă	1,40	0,011	0,011	0,028	0,027	9,1
dec.	0,074	0,078	lipsă	lipsă	1,55	0,015	0,012	0,023	0,025	8,8

metru, lucrînd cu filtrul S 53. Cantitatea de hidrazină se determină cu relația

mg $N_2H_4 = K$. 0,034, respectiv

mg $N_2H_4 = K$. 0,034. 100

Relația este liniară numai pînă la $K = 0{,}6$.

Lucrînd în cuvete în care grosimea stratului de lichid este de 1 cm, se pot determina cantități de 0,1—2 mg/l N_2H_4. În cuvete de 5 cm, se pot determina cantități de cinci ori mai mici.

Pentru controlul curent de exploatare este suficientă, adesea, o simplă determinare calitativă. În acest scop se folosește aceeași reacție de culoare a hidrazinei cu clorura de picril. La 5 ml soluție de analizat se adaugă 5 ml soluție reactiv *d*). Apariția unei colorații de la galben la roșu indică prezența hidrazinei.

Altă metodă de determinare colorimetrică a hidrazinei folosește ca reactiv *p* — dimetilamino-benzoldelida.

Din soluția concentrată (35 %) de hidrazină se iau cîțiva ml, care se diluează cu apă distilată pînă la aproximativ 0,5 % N_2H_4.

25 ml din această soluție diluată se introduc într-o sticlă cu dop șlefuit, iar apoi se adaugă în ordine 30 ml acid clorhidric 12N și 5 ml tetraclorură de carbon. Se titrează cu soluție de iodat de potasiu, pînă la apariția colorației iodului, avînd grijă să se agite puternic după fiecare adaos de iodat.

Prin această titrare se determină concentrația exactă a soluției diluate de hidrazină (0,5 %). Soluția diluată, de concentrație cunoscută acum, este diluată în continuare cu apă distilată liberă de oxigen, la concentrația de 10 mg/l hidrazină.

Ridicarea curbei etalon

Reactiv: 0,4 g *p*-dimetilamino-benzaldehidă se dizolvă în 20 ml alcool etilic absolut și 2ml acid clorhidric concentrat p.a.

Soluția de stoc: Soluția de 10 mg/l N_2H_4 preparată ca mai sus.

Din soluția de stoc se prepară o serie de soluții Standard, prin diluare cu apă distilată, lipsită de oxigen. La 50 ml din fiecare din aceste soluții, care conțin de la 0 la 0,1 mg/l hidrazină, se adaugă cîte 2,5 ml reactiv și se amestecă bine și cu grijă într-un vas cu dop șlefuit. Se așteaptă 30 minute pînă la apariția colorației galbene și se colorimetrează, folosind drept soluție de referință 50 ml apă distilată, la care s-au adăugat 2,5 ml reactiv. Se trasează curba etalon.

Întrucît soluțiile diluate de hidrazină reacționează foarte încet cu oxigenul în mediu neutru și la temperatura camerei, nu este necesar să se evite contactul cu aerul în timpul colorimetrării.

Determinarea hidrazinei.

50 ml apă de probă se amestecă cu 2,5 ml reactiv. Se lasă să stea 30 minute, după care se colorimetrează, folosind drept soluție de referință o probă de apă distilată tratată în mod identic. Concentrația se determină după curba de etalonare.

Dacă dintr-un motiv oarecare hidrazina nu poate fi determinată imediat după luarea probei, aceasta trebuie acidulată pentru fixarea hidrazinei.

Prin această metodă se pot determina cantități de hidrazină pînă la 0,002 mg/l.

Concluzii

1. Hidrazina poate fi folosită, cu rezultate excelente, pentru eliminarea oxigenului rezidual din apa de alimentare a cazanelor .

2. Hidrazina contribuie la stabilirea peliculei protectoare de Fe_3O_4, ferind-o de distrugere.

3. Reacția dintre hidrazină și oxigen este lentă la *p*H 8,5—9 și la temperaturi mai mici de 100°C.

4. Cantitatea de hidrazină ce se adaugă apei de alimentare depinde de cantitatea de oxigen rezidual. Hidrazina se adaugă într-un exces de 100%—500% față de cantitatea de oxigen. În cele mai multe cazuri, excesul este de 100%.

5. Hidrazina creează un *p*H alcalin în apa de cazan, abur și condensat, reducînd coroziunea provocată de CO_2.

6. Nu este necesar să se folosească simultan cu hidrazina și adaos de sulfit de sodiu. Folosirea sulfitului de sodiu trebuie evitată din cauza posibilității ce există ca aceasta să se descompună cu formare de SO_2 și chiar sulf coloidal.

7. Manipularea soluțiilor de hidrazină necesită unele precauții. Păstrarea hidrazinei se face în vase de oțel inoxidabil sau vase căptușite cu material plastic.

Bibliografie

[1] Genin G.: *Hidrazina și utilizarea ei la tratarea apei de alimentare a cazanelor*, Chaleur et Industrie anul 38 (1957) nr. 380 (martie), p. 57—70.

[2] Gubin A. și Hoffmann W.: *Utilizarea hidrazinei la degazarea chimică a apei de alimentare în exploatarea cazanelor de înaltă presiune*, Mitteilungen V.G.B. nr. 50 (octombrie 1957), p. 315—320.

[3] Hess R. T. și Wofford A. W.: *C. L. P. comunică despre întrebuințarea hidrazinei într-o centrală cu preîncălzire regenerativă*, Power Engineering (septembrie 1955), p. 80—84.

[4] Freier R.: *Despre întrebuințarea hidrazinei în exploatările cu abur*, Mitteilungen V.G.B. nr. 53 (aprilie 1958), p. 132—133.

[5] Freier R.: *Hidrazina și oxigenul, purtători ai peliculei protectoare în cazanele cu abur*, Energie, anul 9 (1957), nr. 11 (noiembrie), p. 461—467.

[6] Stones W. F.: *Întrebuințarea hidrazinei drept consumator de oxigen în cazanele de înaltă presiune*, Chemistry and Industry 1957, nr. 6 (2 februarie) p. 120—128.

Nomograme pentru determinarea pierderilor la coș, pentru gaz metan și păcură

Ing. I. GROSZ

1. Importanța urmăririi pierderilor la coș ale agregatelor de cazane

Cunoașterea condițiilor de funcționare a instalațiilor de cazane reprezintă o necesitate de prim ordin în acțiunea de reducere a consumului de combustibil din centralele electrice.

Economicitatea agregatelor de cazane se caracterizează prin randamentul acestora, care reprezintă căldura transformată în mod util din căldura introdusă prin combustibil. Stabilirea randamentului se poate face pe două căi: pe cale directă, determinarea căldurii introduse prin combustibil și căldurii produse, sau pe

cale indirectă, făcînd bilanțul pierderilor. Determinările pe cale directă necesită o aparatură adecvată și de precizie și nu fac posibilă localizarea pierderilor, din care cauză ele nu sînt operante în exploatarea zilnică. Din aceste motive în ultima vreme, cîștigă tot mai mult teren determinările prin bilanț invers.

Pierderile la coș prin gazele de ardere constituie la un cazan cu abur componența cea mai importantă a pierderilor de căldură și este principalul factor care caracterizează starea cazanului din punctul de vedere al exploatării acestuia, în special, în cazul funcționării cu combustibil gazos sau lichid.

În mod obișnuit, determinarea pierderilor la coș în vederea controlului exploatării se efectuează periodic prin calcule, fie pe bază de analize elementare medii, fie pe bază de formule simplificatoare. Calculele de acest gen necesită timp, nefiind practicate nici de personalul tehnic de conducere și nici de cel de exploatare. Din aceste motive, o analiză tehnică a comportării instalației pe baza verificării acestui indice nu este suficient de răspîndită. Folosirea de nomograme pentru calculul pierderilor la coș permite o determinare rapidă a acestora, cum și o verificare curentă a lor.

2. Calculul pierderilor la coș

Se arată în cele ce urmează modul de calcul al diagramelor, dîndu-se indicații cu privire la folosirea lor [1], [2].

Ecuația generală a bilanțului termic al agregatului de cazan pentru 1 kg de combustibil ars în focar este următoarea:

$$Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, \text{ kcal/kg} \quad (1)$$

în care:

Q_i este căldura unui kilogram de combustibil corespunzătoare puterii calorifice inferioare;
Q_1 — căldura utilizată în instalație;
Q_2 — pierderea de căldură prin gazele de ardere;
Q_3 — pierderea de căldură prin arderea incompletă (nearse chimic);
Q_4 — pierderea de căldură prin nearse mecanic;
Q_5 — pierderea de căldură în mediul ambiant. Pentru combustibilii gazoși, toți componenții bilanțului termic se referă la 1 m³N și se măsoară în kcal/m³N.

Ecuația bilanțului termic exprimată în procente din Q_i are forma următoare:

$$100 = \eta_{caz} + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 \%;$$

în care:

$$q_1 = \eta_{caz} = \frac{Q_1}{Q_i} 100; \qquad q_2 = \frac{Q_2}{Q_i} 100 \text{ etc};$$

$q_2 \cdots q_5$ reprezintă pierderile procentuale de căldură.

Sub formă dezvoltată, q_2, rezultă:

$$q_2 = \frac{V_g C_g t_{ev} - V_0 C_a t_a \alpha_{ev}}{Q_i} 100 - \frac{W_i(I_i - 597) + i_c}{Q_i} 100 \quad (2)$$

în care:

V_g este volumul total de gaze de ardere în m³N/kg;
V_0 — volumul teoretic de aer în m³N/kg;
C_g — căldura specifică a gazelor în kcal/m³ N°C;
C_a — căldura specifică a aerului în kcal/m³ N°C;
t_{ev} — temperatura gazelor în °C la evacuarea din ultima suprafață de încălzire;
α_{ev} — excesul de aer în aceste gaze;
t_a — temperatura medie a aerului care intră în instalație în °C;
W_i — consumul de abur în injector, în kg/kg de combustibil;
I_i — conținutul de căldură al acestui abur, în kcal/kg;
I_c — conținutul de căldură al combustibilului introdus în kcal/kg.

În cazul cînd nu se folosesc injectoare cu abur și se neglijează căldura combustibilului, termenul al doilea dispare.

Se determină componentele formulei (2).

Pe baza analizei elementare, se obține compoziția combustibilului:

$$C + H + O + N + S_{org} + S_m + A + W = 100\%, \quad (3)$$

în care:

A este cenușă;
W — umiditate;
S_{org} — sulf organic;
S_m — sulf mineral;
$S_{org} + S_m = S_v$ (sulf volatil).

Cu aceste valori se determină RO_2^{max}, volumul teoretic de aer, volumul total de gaze arse și puterea calorifică.

Excesul de aer se deduce din formula:

$$\alpha_{ev} = \frac{RO_2^{max}}{RO_{2\,ev}}. \quad (4)$$

Conținutul maxim $RO_2 = CO_2 + SO_2$ în gazele de ardere (pentru $\alpha = 1$):

$$RO_2^{max} = \frac{21}{1 + \beta} \%, \quad (5)$$

β fiind o caracteristică a combustibilului

$$\beta = 2{,}35 \frac{H - 0{,}126\,O + 0{,}04\,N}{K_1}, \quad (6)$$

în care:

$$K_1 = K \frac{100 - q_4}{100} = (C + 0{,}375\ S_v) \frac{100 - q_4}{100} \%.$$

La combustibilul lichid și gazos, q_4 devine egal cu zero.

Celelalte elemente care intră în expresia (2) se determină cu ajutorul următoarelor formule:

$$V_g = V_{RO_2} + V_{N_2}^{min} + (\alpha_{ev} - 1)\ V_0 + V_{H_2O}, \quad (7)$$

în care:

$V_{RO_2} + V_{N_2}^{min} + (\alpha_{ev} - 1)\ V_0 = V_{gu}$ — volumul efectiv de gaze uscate în m^3N/kg;

V_{H_2O} — volumul vaporilor de apă în m^3N/kg.

Volumul RO_2:

$$V_{RO_2} = 1{,}866 \frac{K_1}{100}\ m^3\ N/kg. \quad (8)$$

Volumul teoretic de azot:

$$V_{N_2}^{min} = 0{,}79\ V_0 + 0{,}8 \frac{N}{100}\ m^3N/kg \quad (9)$$

Volumul teoretic de aer:

$$V_0 = 0{,}0889\ K_1 + 0{,}265\ H - 0{,}0333\ O\ m^3N/kg \quad (10)$$

Volumul de vapori de apă:

$$V_{H_2O} = \frac{9\ H + W + 100\ W_i}{80{,}4}\ m^3N/kg. \quad (11)$$

Căldurile specifice ale aerului și gazelor la temperaturile respective sînt date în tabela 1.

Tabela 1

Căldurile specifice ale aerului și ale gazelor în kcal/$m^3N°C$ la diverse temperaturi (după normele VTI)

$t°C$	c_{CO_2}	c_{N_2}	c_{H_2O}	c_{aer}^{usc}	c_{aer}^{umed}
0	0,3805	0,3088	0,3569	0,3093	0,3150
100	0,4092	0,3093	0,3596	0,3106	0,3163
200	0,4290	0,3106	0,3635	0,3123	0,3181
300	0,4469	0,3122	0,3684	0,3147	0,3206
400	0,4628	0,3146	0,3739	0,3175	0,3235

Puterea calorifică se determină prin formula lui Mendeleev:

$$Q_i = 81\ C + 300 \cdot H + 26\ (S_v - O) - 6\ (9N + W)\ kcal/kg \quad (12)$$

Introducînd în relația (2) valorile astfel calculate, pe baza analizei elementare [2] și dînd diferite valori lui α_{ev} (corespunzătoare unor procente de CO_2, de exemplu: 3%, 4%, 5%, etc.) se calculează q_2 pentru o anumită valoare a lui t_{ev}, de exemplu 100°C. Se repetă apoi calculul pentru alte valori ale lui t_{ev}, în domeniul considerat, de exemplu, 200°C și 300°C. Temperatura aerului la intrare în instalație se admite 20°C.

Cu rezultatele astfel obținute pentru cazul arderii păcurii s-a întocmit tabela 2 și apoi s-a trasat nomograma respectivă; analog s-a procedat și la trasarea nomogramei pentru arderea gazului metan.

Se menționează că, pentru combustibilii gazoși, valorile indicate mai sus se calculează în mod uzual prin formule exprimate în funcție de gazele componente: (C_m, H_n H_2, H_2S, CO, CO_2, N_2, O_2) [3], [4].

3. Calculul nomogramelor pentru păcură și gaz metan

Se redau în continuare datele calculului pentru păcură și pentru gaz metan.

Păcura. Luînd următoarea compoziție medie:

C 83,4%; H 11,9%; S_v 0,5%; N 0,2; O 0,8; W 3%; A 0,2%;

se obține:

$$\beta = 2{,}35 \frac{11{,}9 - 0{,}126.0{,}8 + 0{,}04.0{,}2}{83{,}4 + 0{,}375.0{,}5} 0{,}3321;$$

$$RO_2^{max} = \frac{21}{1 + 0{,}3321} = 15{,}76\%;$$

$$K_1 = 83{,}4 + 0{,}375 \cdot 0{,}5 = 83{,}59\%;$$

$$V_{RO_2} = 1{,}866 \frac{83{,}59}{100} = 1{,}56\ m^3N/kg;$$

$$V_0 = 0{,}0889 \cdot 83{,}59 + 0{,}265 \cdot 11{,}9 - 0{,}0333 \cdot 0{,}8 = 10{,}56\ m^3N/kg;$$

$$V_{N_2}^{min} = 0{,}79 \cdot 10{,}56 + 0{,}8 \frac{0{,}2}{100} = 8{,}34\ m^3N/kg;$$

$$V_{H_2O} = \frac{9 \times 11{,}9 + 3}{80{,}4} = 1{,}37\ m^3N/kg;$$

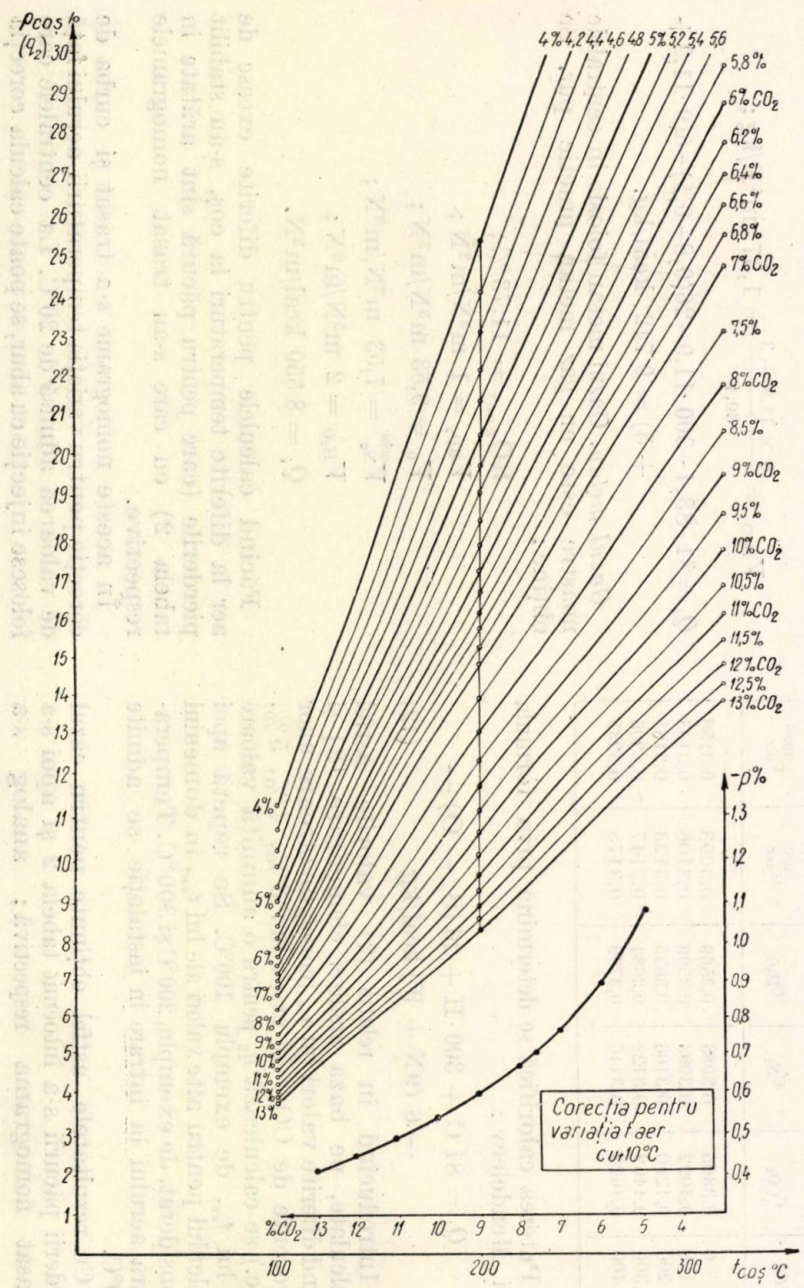
$$Q_i = 81 \cdot 83{,}4 - 300 \cdot 11{,}9 - 26(0{,}8 - 0{,}5) - 6(9 \cdot 11{,}9 + 3) = 9\ 742\ kcal/kg.$$

Gazul metan. Gazul metan folosit în centralele noastre este un gaz metan practic pur. Se obține:

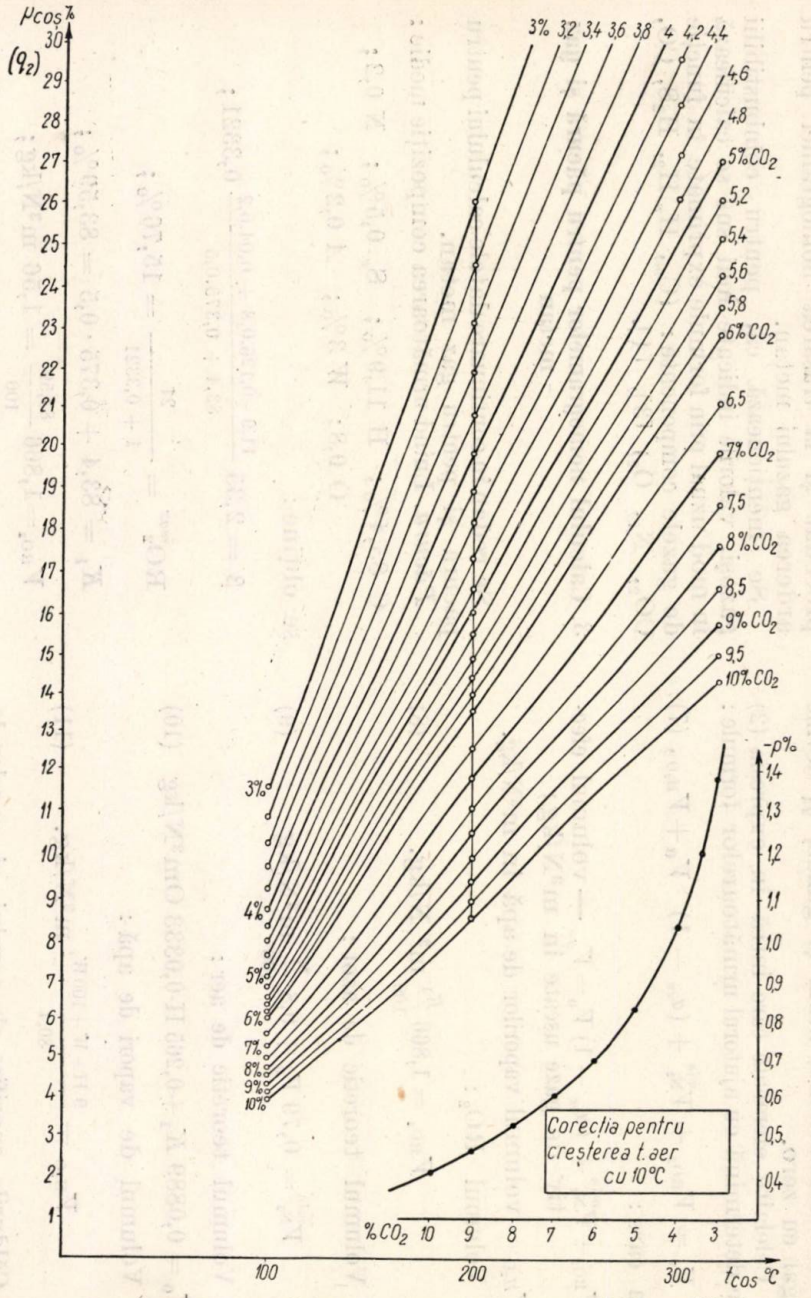
$$RO_{2\,max} = 11{,}73\%;$$
$$V_{RO_2} = 1\ m^3N/m^3N;$$
$$V_0 = 9{,}53\ m^3N/m^3N;$$
$$V_{N_2}^{min} = 7{,}53\ m^3N/m^3N;$$
$$V_{H_2O} = 2\ m^3N/m^3N;$$
$$Q_i = 8\ 550\ kcal/m^3N.$$

Făcînd calculele pentru diferite excese de aer la diferite temperaturi la coș, s-au stabilit pierderile (care pentru păcură sînt arătate în tabela 2) cu care s-au trasat nomogramele respective.

În aceste nomograme s-a trasat și curba de corecție pentru variația temperaturii aerului față de valoarea admisă de 20°C. La centralele care folosesc injecție cu abur, se poate calcula corecția



Nomograma pierderilor la coș pentru păcură la $t_{aer} = 20\,°C$



Nomograma pierderilor la coș pentru gaz metan la $t_{aer} = 20\,°C$

cunoscînd consumul de abur în kg/kg de combustibil.

Tabela 2

Pierderile la coș în procente, în cazul arderii păcurii

CO_2%	Temperatura °C			CO_2%	Temperatura °C		
	100°	200°	300°		100°	200°	300°
4,0	11,22	25,34	42,45	6,8	6,76	15,26	25,48
4,2	10,70	24,15	40,46	7,0	6,57	14,82	24,75
4,4	10,23	23,09	38,67	7,5	6,16	13,89	23,17
4,6	9,82	22,16	37,10	8,0	5,80	13,07	21,81
4,8	9,40	21,23	35,53	8,5	5,47	12,33	20,56
5,0	9,04	20,42	34,17	9,0	5,20	11,71	19,51
5,2	8,72	19,68	32,92	9,5	4,95	11,15	18,57
5,4	8,41	18,99	31,76	10,0	4,73	10,65	17,73
5,6	8,11	18,30	30,61	10,5	4,31	10,15	16,88
5,8	7,89	17,74	29,67	11,0	4,31	9,71	16,15
6,0	7,61	17,18	28,72	11,5	4,15	9,34	15,53
6,2	7,37	16,62	27,78	12,0	3,98	8,97	14,89
6,4	7,15	16,13	26,95	12,5	3,85	8,66	14,38
6,6	6,96	15,69	26,21	13,0	3,71	8,35	13,85

Abateri în compoziția elementară a păcurii față de cea admisă duc la diferențe neglijabile în practică.

Nomogramele prezentate pot fi folosite cu rezultate bune în centralele electrice, care funcționează pe gaz metan sau păcură. Ele pot fi folosite pentru urmărirea curentă a exploatării, pentru încercări și pentru premierea personalului.

Exemplu de calcul

combustibil folosit: gaz metan°;
procentul de CO_2: 8%;
temperatura gazelor evacuate: 180°C;
temperatura aerului: + 30°C.

Găsim q_2^{20}, 9,3%. Corecția pentru + 10°C este de − 0,52%.

Pierderile la temperatura aerului de 30° vor fi q_2^{30}, 9,3 − 0,52 = = 8,78%.

Bibliografie

[1] Komarov A. M., și Luknețki V.V.; *Indreptar pentru termotehnicieni*, Edit. Energetică de Stat, 1953.
[2] Loghinov: *Încercările în exploatare ale agregatelor de cazan*, Edit. Energetică de Stat, 1954.
[3] Davidov A. A.: *Naladka kotlo agregatov spravocinic.*
[4] Kașinkob și Tigankov: *Rosciot kotelnih agregatov primerah i zadaci.*

Scurtcircuit la bare provocat de întreruperea prin separator a curentului capacitiv la o punere la pămînt

Ing. *I. CHENZBRAUN*

Într-una din centralele sistemului nostru energetic avînd barele principale de 6 kV la care sînt racordate generatoarele, cablurile de distribuție în rețeaua orășenească, transformatoarele ridicătoare de 6/35 kV de legătură cu sistemul interconectat, precum și transformatoarele de servicii interne de 6/0,4 kV a avut loc un scurtcircuit la aceste bare în următoarele condiții:

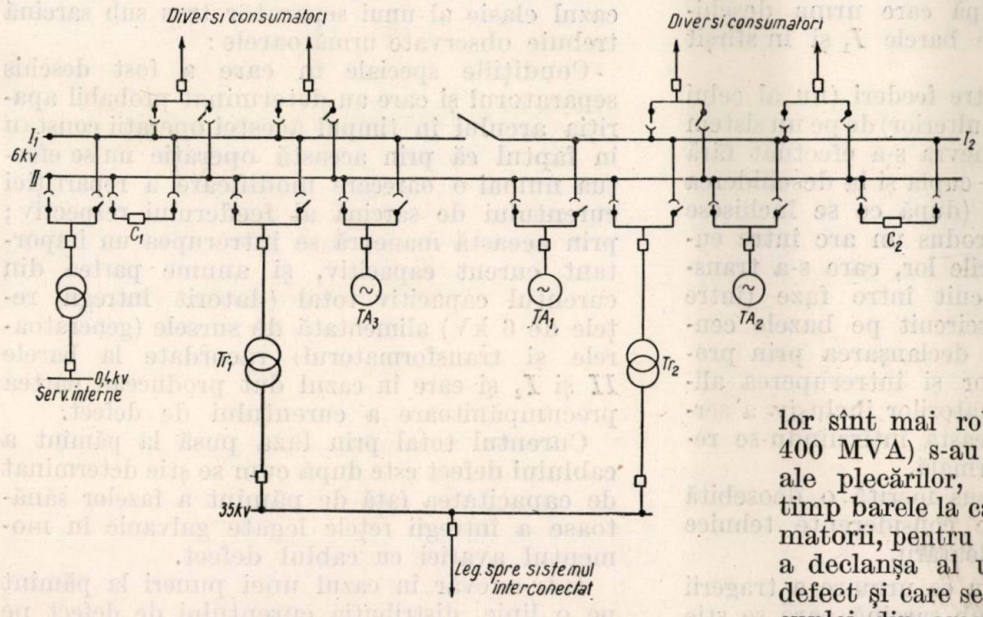


Fig. 1.

Schema obișnuită de funcționare a centralei era cea din fig. 1.

Se alesese o astfel de schemă pentru regimul normal pentru că întrerupătoarele plecărilor (întrerupătoare Ganz R624*b* de 200 MVA putere de rupere) s-au dovedit a fi nesigure în exploatare; cum întrerupătoarele cuplelor sînt mai robuste (Ganz R624 C de 400 MVA) s-au înseriat acestea cu cele ale plecărilor, separîndu-se în același timp barele la care sînt racordați consumatorii, pentru ca în cazul refuzului de a declanșa al unui întrerupător la un defect și care se elimină prin declanșarea cuplei din amonte să nu rămînă toți consumatorii nealimentați.

În aceste condiții de funcționare, cu puțin timp înainte de schimbarea turei de exploatare a apărut o punere la pămînt pe barele de 6 kV.

Pentru depistarea punerii la pămînt fără întreruperea consumatorilor de pe feederii fără defect s-a procedat în felul următor:

S-a trecut transformatorul *I* de pe sistemul *II* pe sistemul I_1 de bare şi s-a deschis cupla C_1; în felul acesta cele două secţiuni de bare cu consumatori au fost separate galvanic şi se putea identifica pe care dintre ele este punerea la pămînt. Acesta a şi fost identificator ca fiind pe secţiunea de bare I_1.

(Dacă punerea la pămînt ar fi rămas pe celălalt sistem rămas galvanic legat — barele *II* şi I_2 — ar fi trebuit să se procedeze în mod identic şi cu transformatorul *II* pentru a se determina dacă defectul este pe un element racordat la barele *II* sau la barele I_2: trebuie observat că atît generatoarele cît şi transformatoarele nu erau încărcate la plin şi de aceea se putea proceda în felul acesta pentru delimitarea zonei cu punere la pămînt, fiind admisibilă de altfel şi o oarecare supraîncărcare de scurtă durată a transformatoarelor).

În continuare pentru determinarea feederului defect fără de conectarea celorlalţi consumatori trebuia trecuţi pe rînd feederii de pe sistemul de bare I_1 pe sistemul *II*; feederul la care odată cu trecerea sa la celălalt sistem de bare s-ar fi constatat şi mutarea semnalizării de punere la pămînt ar fi fost astfel depistat ca fiind defect.

În timpul acestor manevre s-a produs avaria care s-a soldat cu un scurtcircuit pe bare în modul următor.

Operaţiile de trecere la fiecare feeder trebuiau executate astfel: trebuia închisă cupla C_1, apoi închis separatorul spre barele *II* al feederului respectiv, după care urma deschiderea separatorului spre barele I_1 şi în sfîrşit a cuplei.

La trecerea unuia dintre feederi (nu al celui defect care a fost depistat ulterior) de pe un sistem de bare pe celălalt, manevra s-a efectuat fără să se închidă în prealabil cupla şi la deschiderea separatorului barelor I_1 (după ce se închisese cel al barelor *II*) s-a produs un arc între cuţitele acestuia şi lăcaşurile lor, care s-a transformat într-un scurtcircuit între faze (între cuţite) deci la un scurtcircuit pe bazele centralei, ceea ce a dus la declanşarea prin protecţie a tuturor surselor şi întreruperea alimentării tuturor consumatorilor inclusiv a serviciilor interne, prin aceasta întîrziindu-se revenirea la situaţia normală.

Avaria descrisă mai sus merită o deosebită atenţie din următoarele considerente tehnice şi de organizare a exploatării.

a) Arcul s-a produs nu ca urmare a tragerii nete a unui separator sub sarcină care se ştie că duce la arc în mod obligatoriu, căci la deschiderea separatorului barelor I_1 consumatorul continua să fie alimentat din barele *II*, iar barele I_1 şi barele *II* erau în paralel prin legăturile lor prin transformatorii de 6/35 respectivi la barele de 35kV. După cum se ştie în reţelele orăşeneşti mari se efectuează prin separatoare manevre de buclări şi debuclări de sectoare în condiţii asemănătoare (se bucleză sau se debuclează sectoare legate între ele, prin separatoare prin care circulă curent).

Explicaţia acestei avarii nu este deci o simplă deschidere de separatori sub sarcină, ci este ceva mai complexă, aşa cum se va vedea mai jos.

b) Deschiderea separatorului barei I_1 atunci cînd întrerupătorul şi separatorul barei *II* a feederului în cauză erau închise nu trebuie să fie posibilă dacă întrerupătorul cuplei C_1 era deschis, dat fiind că staţia de 6 kV a centralei respective este o staţie modernă cu aparatajul (întrerupătoarele şi separatoarele) comandat cu aer comprimat avînt prevăzute toate blocajele necesare într-o asemenea instalaţie.

c) În efectuarea manevrelor de întrerupătoare şi separatoare (în mod deosebit) personalul de exploatare nu trebuie să se bazeze pe existenţa blocajelor, ci trebuie să analizeze şi să execute corect fiecare manevră. În avaria în cauză personalul executase manevra greşit, contrar normativului care prevede că trecerea unui feeder de pe un sistem de bare pe altul se face cu cupla între barele respective închise, ca urmare a grabei, întrucît era chiar ora predării schimbului.

Analizînd mai îndeaproape cauzele care au produs avaria şi condiţiile care au favorizat-o, ajungem la următoarele concluzii:

a) În ceea ce priveşte producerea arcului la deschiderea unui separator care nu reprezintă cazul clasic al unui separator tras sub sarcină trebuie observate următoarele:

Condiţiile speciale în care a fost deschis separatorul şi care au determinat probabil apariţia arcului în timpul acestei operaţii constau în faptul că prin această operaţie nu se efectua numai o oarecare modificare a repartiţiei curentului de sarcină al feederului respectiv; prin această manevră se întrerupea un important curent capacitiv, şi anume partea din curentul capacitiv total (datorit întregii reţele de 6 kV) alimentată de sursele (generatoarele şi transformatorul) racordate la barele *II* şi I_2 şi care în cazul dat produceau partea precumpănitoare a curentului de defect.

Curentul total prin faza pusă la pămînt a cablului defect este după cum se ştie determinat de capacitatea faţă de pămînt a fazelor sănătoase a întregii reţele legate galvanic în momentul avariei cu cablul defect.

Într-adevăr în cazul unei puneri la pămînt pe o linie, distribuţia curentului de defect pe linia în cauză cît şi pe celelalte linii racordate la aceleaşi bare este cea din fig. 2. Curent de defect sezisabil nu apare decît dacă mai există, legate galvanic cu linia defectă, şi alte elemente

(linii bare) care prezintă o capacitate față de pământ.

Din aceeași figură se observă că pe faza pusă la pământ (R în cazul nostru) a cablului cu defect și pe porțiunea de bară (a aceleiași faze) între cablul respectiv și sursa de putere circulă curentul de defect, adică curentul capacitiv al fazelor sănătoase ale întregii rețele legate galvanic. Pentru claritate curenții au fost reprezentați cu sensurile corespunzînd unui moment oarecare și nu cu sensul convențional (toți 3 prin săgeți identice) care ar trebui însoțit de o diagramă vectorială.

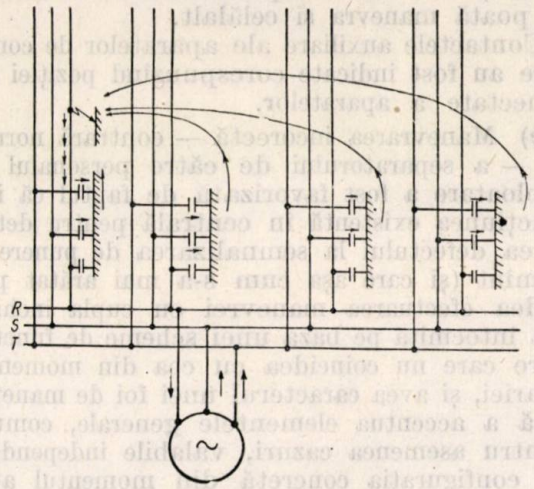


Fig. 2.

Ținînd seama de cele de mai sus se observă clar din figura 3 că deschiderea separatorului în condițiile descrise însemna, așa cum s-a spus, întreruperea curentului de defect produs de sursele racordate la barele I_2 și II. Curentul total de defect pe baza defectă i_d se descompune în două componente: i'_d debitat de sursele generatoare racordate la barele II și I_2 spre locul defectat prin capacitățile fazelor sănătoase ale rețelei, și i''_d debitat de transformatorul 1.

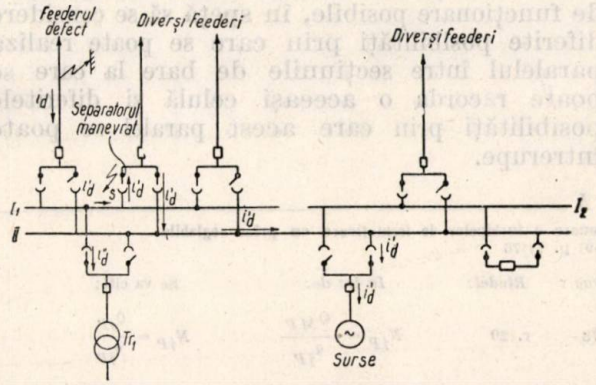


Fig. 3. Schema principală a instalației afectate de avarie pe faza defectă.

Prin deschiderea separatorului S se efectua deci după cum se observă întreruperea componentei i'_d a curentului capacitiv de defect.

După cum se știe întreruperea unui curent capacitiv este dificilă, ea putînd duce în anumite condiții la supratensiuni care amorsează un arc în punctul în care se efectuează deschiderea între elementele care se separă.

Producerea supratensiunilor și amorsarea arcului la întreruperea unui circuit capacitiv se pot înțelege ușor pe baza fig. 4, în care se prezintă variația tensiunii și a curentului la deschiderea circuitului.

Presupunînd că întreruperea circuitului are loc în momentul trecerii acestuia prin valoarea zero (în momentul t_0), circuitul capacitiv din aval de punctul de întrerupere poate fi imaginat ca un condensator ce rămîne încărcat la tensiunea care în momentul deschiderii era U_M (și care se va descărca într-un timp oarecare determinat de valoarea rezistențelor de pierdere). Cum în amonte de punctul de întrerupere tensiunea continuă să varieze sinusoidal, tensiunea între contactele care s-au deschis va varia și ea putînd ajunge după o jumătate de perioadă (teoretic dacă nu ținem seamă de descărcarea lentă a condensatorului ce poate fi neglijată pentru un asemenea interval scurt),

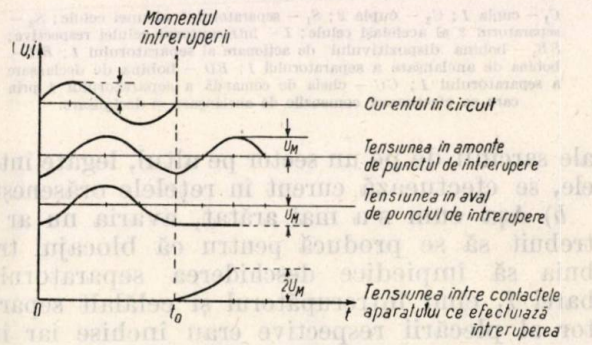


Fig. 4. Tensiunile și curentul la întreruperea unui circuit capacitiv.

la valoarea $2U_M$, care poate produce reamorsarea arcului. Cercetarea mai departe a fenomenului arată că producîndu-se stingerea arcului la viitoarea trecere prin zero se va ajunge la încărcarea condensatorului sub o tensiune mai mare decît U_M care la rîndul ei va provoca apariția unei tensiuni între contacte mai mari decît cea precedentă, și că fenomenul se poate dezvolta astfel ducînd în anumite condiții la supratensiuni mari.

Fenomenul de întrerupere a unui curent capacitiv care este însoțit de apariția de supratensiune și poate duce la arc între contacte (ce se poate transforma în arc între faze) a fost descris în cele de mai sus neglijind regimul tranzitoriu, care evident modifică desfășurarea acestuia, dar care nu afectează concluzia esențială, și anume apariția unei supratensiuni

între contactele ce s-au deschis, care poate reamorsa arcul.

În cazul avariei prezentate, această supratensiune constituie probabil cauza apariției arcului pe bare la deschiderea separatorului care nu efectua o întrerupere a curentului de sarcină, ci a curentului capacitiv de defect.

Această concluzie este importantă dat fiind că, așa cum s-a mai menționat, asemenea manevre de comutări prin manevre de separatoare

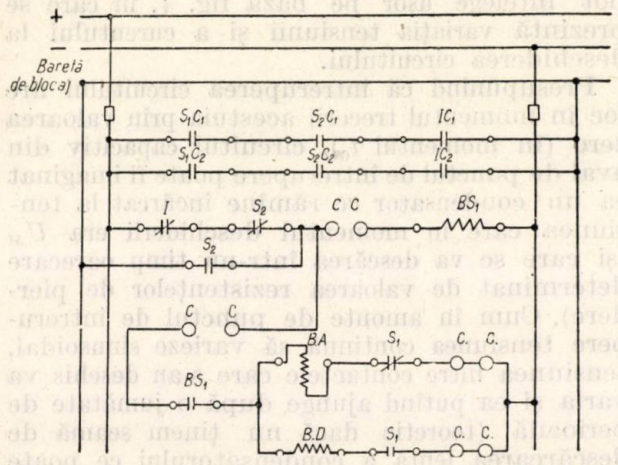


Fig. 5. Circuite de blocaj ale unuia dintre separatoarele unei celule (separatorul *1*):

C_1 — cupla *1*; C_2 — cupla *2*; S_1 — separatorul *1* al unei celule; S_2 — separatorul *2* al aceleiași celule; I — întreruptorul celulei respective; SB_1 — bobina dispozitivului de acționare al separatorului *1*; BA — bobina de anclanșare a separatorului *1*; BD — bobina de declanșare a separatorului *1*; CC — cheia de comandă a separatorului *1* prin care se efectuează comenzile de anclanșare și declanșare.

ale sarcinii de pe un sector pe altul, legate între ele, se efectuează curent în rețelele orășenești.

b) Așa cum s-a mai arătat, avaria nu ar fi trebuit să se producă pentru că blocajul trebuia să împiedice deschiderea separatorului barei I_1 cînd întrerupătorul și celălalt separator al plecării respective erau închise iar întrerupătorul cuplei C_1 era deschis.

Separatorul s-a deschis totuși în condițiile arătate datorită faptului că la proiectarea instalației de blocaj se prevăzuse în mod greșit blocarea manevrării separatoarelor de pe oricare dintre secțiunile de bare în funcție de poziția întrerupătorului oricăreia dintre cuple, indiferent de poziția separatorului longitudinal al barelor *I*.

Schema de blocaj a separatoarelor era realizată așa cum se arată în fig. 5.

Din această figură se vede că era suficient ca o cuplă să fie închisă pentru ca la orice celulă indiferent de amplasarea ei dacă întrerupătorul și unul dintre separatoare sînt închise să se poată manevra și celălalt.

Contactele auxiliare ale aparatelor de comutare au fost indicate corespunzînd poziției deconectate a aparatelor.

c) Manevrarea incorectă — contrară normelor — a separatorului de către personalul de exploatare a fost favorizată de faptul că instrucțiunea existentă în centrală pentru detectarea defectului la semnalizarea de punere la pămînt (și care așa cum s-a mai arătat prevedea efectuarea manevrei cu cupla închisă) era întocmită pe baza unei scheme de funcționare care nu coincidea cu cea din momentul avariei, și avea caracterul unei foi de manevră fără a accentua elementele generale, comune pentru asemenea cazuri, valabile independent de configurația concretă din momentul aplicării ei.

Din analiza avariei descrise se pot trage o serie de concluzii privind exploatarea instalațiilor electrice și realizarea blocajelor împotriva manevrelor incorecte și anume:

a) Operațiile de buclare și debuclare ale unei rețele electrice prin separatoare care în mod normal se pot efectua, dat fiind că modificările în repartiția curentului nu sînt de natură a conduce la amorsarea arcului electric, nu trebuie să se execute cînd în rețeaua respectivă există o punere la pămînt, sau pentru identificarea unei puneri la pămînt.

b) La stațiile avînd separatoare de bare în lung, la executarea blocajelor între întrerupătoarele și separatoarele tuturor celulelor trebuie să se țină seamă de toate configurațiile de funcționare posibile, în speță să se considere diferite posibilități prin care se poate realiza paralelul între secțiunile de bare la care se poate racorda o aceeași celulă și diferitele posibilități prin care acest paralel se poate întrerupe.

ERATĂ

la articolul; ing. *M. Ionescu*; **Studiu privind regimul de funcționare a turbinelor de termoficare cu prize reglabile**
Energetica nr. 2 (1959) p. 71/76

Pag.:	*Rîndul:*	*In loc:*	*Se va citi:*
71–	col. stîngă r. 10 jos	UPT 25	VPT–25
	col. dreaptă, r. 26 jos	lei/gcal	lei/Gcal
	col. dreaptă, r. 7 jos	P=70 ata	P–90 ata
72–	col. dreaptă, r. 4	$q_{MP} = 860 \frac{i_1 - t_2}{i_1 - i_2}$	$q_{MP} = 860 \frac{i_1 - t_3}{i_1 - i_2}$
	r. 6	*N*	*H*

Pag.:	*Rîndul:*	*In loc de:*	Se va citi:
73–	r. 20	$N_{jP} = \frac{Q_{MP}}{q_{jP}}$	$N_{jP} = \frac{Q_{jP}}{q_{jP}}$
	r. 29	$Q_p = Q_{MP} - 860\, N_{jP}$	$Q_p = Q_{jP} = 860\, N_{jP}$
	r. 3 jos	*DH*	D_2H_1
74–	col. stîngă, r. 12	rapoartele 1	1, 2 și 3
	col. dreaptă, r. 10 și 11	*K*	K_1

Exploatarea filtrelor Na — cationice la C.T.E. Paroșeni

Filtrele Na — cationice (Ø 2 000 mm) ale instalației de tratarea apei, sînt încărcate cu cîte 7 m³ sulfocărbune, de granulație 0,3—1 mm, avînd o capacitate utilă de absorbție de 200—285 val/m³ (550—800 t.gr/m³), o stabilitate chimică corespunzătoare unui $pH = 8$ și o stabilitate termică de maxim 32°C. Degradarea fizică anuală a sulfocărbunelui este de 4% din materialul încărcat în filtre.

Apa brută are o duritate totală de 1,4~2,1 m val/l; la ieșirea din filtrele de bază, duritatea apei variază între 30—50μ val/l, iar după filtrul tampon, între 3—10μ val/l. Viteza de filtrare a apei este de 20 — 24 m/h; ciclul de lucru al filtrelor cationice de bază este de 70 ore.

Afînarea se face cu apă de spălare recuperată de la regenerarea precedentă; intensitatea afînării este de 25—30 t/h, iar durata 30~45 minute. Controlul intensității se face observînd dacă pe sita fină, montată în derivația scurgerii la canal, nu s-au strîns particule de sulfocărbune.

Regenerarea se face, la început, cu soluția de NaCl mai diluată (8~10%), preparată proaspăt sau recuperată din regenerarea precedentă; operația se termină cu o soluție de NaCl 10—12% concentrație. Aceste soluții sînt stocate în două rezervoare, la cota 10 m. În prima perioadă de 30 minute, soluția care a servit la regenerare este dată la canal; în continuare, soluția este dirijată la rezervorul de recuperare. Volumul soluției de sare este de 10 m³, viteza de regenerare este de 3m/h.

Consumul de sare pentru regenerare, conform datelor din literatură, este de 50—80 g NaCl/t gr. corespunzînd la 2,5—4 ori cantității teoretic necesare (stoechiometrice). Consumul real de sare la C.T.E. Paroșeni este de 120 g NaCl/t gr. Explicația acestui consum mărit este că masele cationice se regenerează pînă ce duritatea reziduală a apei de spălare este de 5μ val/l (resp. max. 12μ val/l).

Spălarea se face cu o intensitate de 10 t/h, timp de 30 minute, soluția sărată fiind dată la canal apoi cu o intensitate de 20~25 t/h. În această perioadă, soluția este dată la canal pînă ce concentrația ei în CaO este aceeași cu o soluție de regenerare (con. 0,5% CaO); după aceea, soluția sărată este recuperată, servind la afînarea altor filtre. Spălarea durează 2—3 ore; ea se termină cînd duritatea totală a apei de spălare atinge valoarea indicată mai sus, iar conținutul în cloruri 30—40 mg/l.

Ing. **Ct. Ungureanu**

Intreprinderea de electricitate Oradea. Dezvoltarea și activitatea ei

Uzina termoelectrică, construită în 1903, cuprindea patru cazane acvatubulare de 12 at și trei mașini verticale de abur, de cîte 300 CP. Energia — curent alternativ de 2 910 V și 42 Hz — era transportată prin șase linii de alimentare, tensiunea de utilizare era de 3 × 157,5 V. În decursul vremii, instalațiile au mai sporit, este însă de remarcat că pînă în 1958, parametrii aburului folosiți au rămas în domeniul presiunilor joase (14 at).

În preajma războiului din 1939, au fost montate două grupuri turbo-generatoare, de cîte 2,2 MW; numărul feederilor a fost mărit de la 6 la 10; s-a pozat un cablu subteran; s-au plantat cîteva mii de stîlpi; s-a introdus tensiunea de 3 × 320 V, curent electric industrial și în anumite zone ale orașului, tensiunea de 380/220 V; s-au început lucrările pregătitoare pentru trecerea la 50 Hz. Războiul a întrerupt continuarea acestei acțiuni.

După 23 August 1944, s-a început munca de reparare a distrugerilor provocate de război și munca de construcție pentru dezvoltarea ei. În 1948 a început construcția hidrocentralei Aștileu (3 MW), intrată în funcțiune cu plină sarcină, în decembrie 1956, turbinele, generatoarele și transformatoarele fiind construite în țară.

Termocentrala a folosit, pentru acoperirea nevoilor crescute prin dezvoltarea industrială rapidă, două cazane tip locomotivă, mărind puterea instalată la 6 MW. În anul 1955 s-a trecut integral pe arderea combustibilului lichid; tot atunci s-a terminat montarea primului grup Diesel în noua centrală și s-au terminat lucrările de captare și pompare la Crișul Repede.

În 1956—1957 s-a trecut la 50 Hz, iar capacitatea totală a întreprinderii a crescut la 14,7 MW.

Pînă în 1944, timp de 41 ani, capacitatea uzinei a crescut de la 0,66 MW la 4 MW; în anii regimului democrat-popular creșterea de pînă acum este de la 4 MW la 14,7 MW. În 1938 energia produsă însuma 10,8 GWh, adică 3,3 MWh produși pe cap de angajat; în 1958, producția însuma 54 kWh, adică 130,7 MWh pe cap de angajat. Pierderile în rețele — un punct slab al IRE-Oradea — au fost înainte de 1944 de 24,85%, iar în 1958, de 19,85%.

Reducerea prețului de cost, față de 1950, este pentru energia produsă, de 58%, iar pentru energia vîndută, de 52%. La aceasta au contribuit instalațiile noi (CHE Aștilene și C. Diesel) și introducerea tehnicii noi și ridicarea nivelului tehnic al întreprinderii.

O importantă dezvoltare tehnică o reprezintă instalarea în 1958 a unui cazan de 35 at. Într-un viitor apropiat, se va realiza legarea centralei în circuitul național de 110 kV. Hidrocentrala Aștileu va fi dezvoltată prin utilizarea căderii canalului de fugă actual. În cadrul planului de perspectivă, prin apariția unui combinat industrial, se prevede construirea unei centrale termice cu abur, energia totală furnizată pentru orașul Oradea va depăși cu 40% pe aceea din 1958.

Ing. **I. Andrásy**

La a 10-a aniversare a R.P. Chineze. Progresele electroenergetice în China

În ultimii 10 ani electroenergetica a înregistrat în China progrese uimitoare, dacă se ține seama și de nivelul la care se găsea țara în 1949.

Din anul 1882, cînd s-a construit prima uzină electrică la Șanhai, și pînă în 1949 — în 67 de ani — s-au instalat în această țară, întinsă cît un continent, abia 1,850 MW. Cele mai multe uzine funcționau izolat și erau echipate cu generatori Diesel, consumînd combustibil importat.

După 1949, o dată cu dezvoltarea impetuoasă imprimată de noul regim întregii economii chineze, se iau măsuri ample în vederea electrificării țării, care trebuia să meargă, după cum e cunoscut, cu un pas înaintea industrializării. În 1952, se produceau 7,2 TWh, adică aproape dublu față de 1949. În următorii cinci ani s-au instalat generatori cu o putere totală de 2 150 MW, ceea ce a permis ca în anul 1957 producția de energie electrică a Chinei să atingă 19 TWh. Ritmul mediu de dezvoltare a electroenergeticei a fost în această perioadă de 21% ceea ce este foarte mult.

În cursul primului cincinal s-au reconstruit puternicele termocentrale Fusin, Dalian, Fușun și hidrocentrala Finman, de pe Sungari; s-au construit noi termocentrale, ca Țiamusi, Fulaerți, Țilin și noi hidrocentrale ca Șițitan, Guantin, Șanianțian.

Pentru al doilea cincinal, 1957—1962, sarcinile puse în fața energeticienilor chinezi sînt pur și simplu grandioase: este vorba să fie electrificate toate orașele și așezările mai importante din China. Se prevede ca puterea instalată să ajungă la 28 400 MW și producția de energie electrică la 120 TWh.

Pentru realizarea acestei sarcini există condiții naturale necesare: rezervele prospectate de huilă se cifrează la 1 500 miliarde tone, iar potențialul hidroelectric al celor 2 000 de rîuri studiate este de 540 000 MW. În nord-vestul Chinei, sărac în alte resurse energetice, s-au descoperit recent importante zăcăminte de petrol. Astfel, în general, resursele energetice sînt repartizate acceptabil, în sensul că nu există nici o regiune complet lipsită de potențial energetic.

În planurile de electrificare există unele aspecte, legate de condițiile specifice de dezvoltare a Chinei:

Astfel, se merge pe ideea folosirii intense a surselor hidroenergetice. Dacă astăzi hidrocentralele produc 20% din cantitatea totală de energie electrică, în 1962 ele vor produce 40—50%. Trebuie să se țină seamă că, în China, rîurile, inclusiv cele mari, au un regim foarte neuniform, iar secetele prelungite alternate cu inundații catastrofale constituiau un adevărat flagel național. Problema regularizării stocului cu ajutorul lacurilor de acumulare devenise astfel acută, și a și fost atacată cu toată energia. Dar la barajele construite pentru a se crea rezervoare de regularizare, s-au putut construi și hidrocentrale foarte eficace economic (deoarece costul barajului se repartiza între mai multe folosințe). Astăzi sînt în construcție, în China, 140 de obiecte hidroenergetice.

O altă particularitate, proprie întregii dezvoltări a industriei chineze, este crearea de foarte numeroase unități mici și mijlocii, în afară de cele mari, de importanță națională. Microcentralele electrice sînt destinate să devină principala sursă de electrificare a satelor Chinei. Asemenea unități avînd puteri între cîteva zeci și cîteva sute de kilowați, urmează să se construiască circa 100 000. Numai într-o singură provincie, Guiciou, s-au dat în folosință în 1958, 600 de microhidrocentrale cu o putere totală de 13 800 kW. Microcentralele urmează să folosească cele mai diferite surse energetice locale (nu numai pe cele hidraulice) și se construiesc cu mijloace locale, statul asigurînd numai echipamentul principal și, eventual, documentația tehnică.

În sfîrșit, un aspect care nu poate fi trecut cu vederea, este următorul: industria constructoare de mașini a Chinei pune la dispoziție utilaje și echipamente de calitate excelentă și în sortimente din ce în ce mai complete. Numai în anul 1958, s-au produs generatori cu o putere totală de 2 300 MW. S-au produs turbine cu abur de puteri pînă la 50 MW și transformatori pînă la 72,5 MW. Recent a fost terminată o mare fabrică de turbine hidraulice. Sînt în curs studii pentru punerea la punct a producției de aparataj de tensiuni de 330 kV.

Anul 1958, anul „marelui salt înainte" al economiei R. P. Chineze, a fost marcat de succese deosebite în construcția energetică: s-au dat în exploatare 100 de centrale cu o putere totală de 1 800 MW, iar alte 170 termo și hidrocentrale sînt în construcție. Toate acestea demonstrează că sarcina electrificării Chinei va fi îndeplinită, în ciuda tuturor greutăților care trebuie învinse.

Ing. **E. Răzvan**

RECENZII

C. I. PENESCU: Automatica și telemecanica sistemelor energetice, vol. I, Edit. Academiei R.P.R. 1959, 785 p.

Lucrarea apărută în Editura Academiei Republicii Populare Romîne tratează complex teoria și aplicațiile automaticii și telemecanicii în sectorul electroenergetic.

Prin dezvoltarea rapidă pe care a căpătat-o producția de energie electrică în țara noastră și în general în toate țările globului, automatica și telemecanica s-au introdus treptat și în acest domeniu creîndu-se și conturîndu-se din ce în ce mai clar o ramură a științelor tehnice care se prezintă ca un complex închegat.

Autorul, — personalitate competentă atît prin activitatea sa didactică desfășurată în Institutul Politehnic București, unde predă de opt ani un curs cu același titlu, cît și prin activitatea sa tehnică legată de realizarea marilor lucrări din planul de electrificare al patriei noastre, — și-a propus să prezinte în acest tratat în mod unitar și pe cît posibil atotcuprinzător subiectul sus-arătat.

În literatura mondială de specialitate se întîlnesc numeroase articole de revistă cît și unele lucrări valoroase de sinteză care se ridică însă doar la cuprinsul fie al automatizărilor, fie al telemecanizărilor folosite în electro-energetică.

De asemenea, tratatele care au apărut cu privire la teoria reglării au un caracter de generalitate fără a se preocupa de adaptarea acesteia la specificul sectorului energiei electrice.

Ceea ce trebuie subliniat deci în primul rînd la această lucrare și ceea ce reprezintă, — după părerea noastră, — partea cea mai valoroasă a sa este reunirea într-un tot omogen a automaticii și telemecanicii și tratarea lor prin prisma energetică.

Evident rezultatul a fost că volumul de cunoștințe și date cuprinse în lucrare este impresionant și sortarea lui în așa fel încît să fie bine organizat a necesitat fără îndoială o muncă importantă.

Lucrarea este împărțită în trei volume din care numai primul a apărut, cel de-al doilea și al treilea fiind sub tipar.

Primele două volume tratează partea de automatică, cel de-al treilea fiind rezervat telemecanicii. Volumul I ce face obiectul acestei recenzii este compus din trei părți:

— Partea I-a: Considerații generale asupra aplicării automaticii și telemecanicii în sistemele energetice;

— Partea 2-a: Teoria generală a sistemelor automate;

— Partea 3-a: Automatizări în circuit închis. Reglarea automată în sistemele energetice.

Prima parte este cu caracter descriptiv arătînd pe larg care sînt elementele ce intră în instalațiile de automatizare sau telemecanizare, atît din producția țării noastre cît și din străinătate. Materialul prezentat în această primă parte este foarte util pentru o lucrare de contact prealabilă cu elementele de automatizare cu care se compun schemele ulterioare.

Partea a II-a tratează la un nivel superior teoria generală a sistemelor automate în lumina scopului propus.

După ce face analiza tranzitorie a sistemelor automate liniare în circuit închis cu comandă continuă folosindu-se transformarea Laplace și funcțiile de transfer, autorul trece la metodele de evaluare și comparare a performanțelor realizate de diferite sisteme automate liniare în circuit închis.

După ce partea I-a face o pregătire practică a cititorului și partea a II-a o pregătire teoretică a sa, partea a III-a atacă direct automatizările în circuit închis, respectiv reglarea automată folosită în sistemele energetice: reglarea automată a tensiunii și puterii reactive și reglarea automată a frecvenței și puterii active.

Celelalte automatizări folosite în instalațiile energetice, — automatizări în circuit deschis; AAR, RAR, AS, DAS, etc., sînt tratate în continuare în volumul II în curs de apariție.

Prin complexitatea și totuși omogenitatea sa, prin nivelul înalt științific, prin bunele condiții tipografice în care apare, lucrarea se impune ca una dintre cele mai de seamă dintre lucrările energetice românești.

Ea este de folos inginerilor din ramura electroenergetică precum și studenților de specialitate care pot găsi un îndrumar prețios într-un domeniu care nu este încă pe de-a-ntregul desțelenit nici pe planul tehnicii mondiale.

Conf. ing. **Călin Mihăileanu**

Consfătuirea „Gospodărirea căldurii în industrie"

(Dare de seamă, partea II)

Faţă de complexul de probleme legate de utilizarea şi gospodărirea raţională a căldurii în industrie, nu a fost posibil de a cuprinde printr-un număr limitat de referate întreaga varietate a aspectelor legate de tematica consfătuirii. De aceea s-a considerat că este bine ca să se prezinte trei categorii de referate şi anume :

— referate tratînd u nele probleme teoretice generale ale gospodăririi căldurii în industrie — 2 referate :

— referate reflectînd problemele specifice diverselor ramuri industriale din R.P.R. — 11 referate ;

— referate tratînd anumite aspecte şi probleme specifice privind utilizarea raţională a căldurii — 4 referate.

Şedinţele de prezentare a celor 17 referate au fost conduse respectiv de prof. ing. *R. Răduleţ*, membru corespondent al Academiei R.P.R., directorul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R., prof. ing. *M. Bercovici*, membru corespondent al Academiei R.P.R., preşedintele secţiei Energetică-Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T. şi *D. Cizmaş*, directorul general al Direcţiei Generale pentru Energie, Metrologie, Standarde şi Invenţii de pe lîngă Consiliul de Miniştri, Din prezidiile acestor şedinţe au mai făcute parte : ing. *M. Biener*, şef sector la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R., ing. *Caras* de la Secretariatul General al Consiliului de Miniştri, ing. *Derigault*, energetic şef al Combinatului Metalurgic Reşiţa, ing. *J. Gayraud*, inspector energetic regional din cadrul Oficiului de Stat pentru Energie, conf. ing. *N. Moldoveanu*, vice-preşedinte al secţiei Energetică-Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., inginer şef al Inspecţiei Energetice din Oficiul de Stat pentru Energie, ing. *C. Nagy*, şef secţie adjunct al Institutului de Energetică al Academiei R.P.R., ing. *Fl. Predoiu*, energetic şef al Ministerului Construcţiilor, Industriei Materialelor de Construcţii şi Industrializării Lemnului, ing. *I. Saphier*, consilier în Comitetul de Stat al Planificării, ing. *Vlădoianu* din cadrul Comisiei Controlului de Stat, ing. *Vulcan*, directorul Direcţiei Mecano-Energetice din Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei şi alţii.

În cele ce urmează se analizează pe scurt conţinutul fiecărui referat în parte, discuţiile şi concluziile trase de pe urma lor.

Ing. *M. Biener*, în referatul *„Metodica de stabilire a consumului de căldură şi de analiză a gospodăririi căldurii în industrie"* expune în prima parte metodica elaborată la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. pentru stabilirea consumului lui specific de căldură şi unele aporturi originale ale colectivului de lucru din Institut. Se analizează metodele de ridicare a bilanţurilor termice şi de trasare a caracteristicilor energetice în funcţie de unul şi mai mulţi parametri.

În partea a doua autorul preconizează o metodă pentru analiza pe baze ştiinţifice şi tehnice a gospodăririi energetice a unei întreprinderi industriale, propunînd anumite criterii de comparaţie.

Partea a treia este dedicată procedurii practice de stabilire a consumului specific de căldură şi de analiză a gospodăririi căldurii în industrie.

Referatul cuprinde în linii mari principiile generale teoretice şi practice pentru analiza energetică a unei întreprinderi industriale. Aceasta a făcut ca în afară de unele observaţii privind terminologia, referatul să nu dea naştere la discuţii.

Ing. *I. Saphier* şi ing. *V. Dinu* în referatul *„Instalaţii de forţă cu abur folosind căldura recuperată din gazele de ardere"* examinează problema producerii energiei electrice din căldura sensibilă a gazelor de ardere evacuate de la un proces tehnologic, prin folosirea unui ciclu de forţă cu abur, atît pentru cazul schemelor cu recuperare pusă, cît şi a schemelor mixte. Autorii analizează sub aspect tehnic şi economic, în baza unor ipoteze de lucru, 3 din cele 26 variante posibile, ajungînd la concluzii interesante privind economicitatea şi domeniul de utilizare al variantelor examinate.

Autorii relevă importanţa iniţierii unor studii în această direcţie şi preconizează rezervarea la instalaţiile noi proiectate a unor spaţii pentru montarea în viitor a unor instalaţii de recuperare, atunci cînd în momentul proiectării recuperarea nu este rentabilă.

Referatul a stîrnit un interes viu în rîndurile participanţilor şi la discuţii s-a relevat necesitatea construcţiei în ţară a cazanelor recuperatoare. De asemenea a reieşit că calculele economice nu trebuie să se bazeze pe preţul combustibilului efectiv folosit, problema trebuind să fie privită în ansamblul economiei naţionale.

Grupul de referate reflectînd problemele specifice diverselor ramuri industriale din R.P.R. a fost deschis prin referatul ing. *Egy G.* prezentat de ing. *Novinschi*, cu tema *„Probleme şi realizări privind gospodărirea căldurii la o mare unitate siderurgică din R.P.R."*, în care se arată evoluţia energetică a unui mare combinat siderurgic, se analizează resursele de pierderi de căldură şi se indică problemele de cercetare şi proiectare în vederea îmbunătăţirii gospodăririi căldurii în siderurgie.

Referatul a dat naştere la discuţii ample, din care a reieşit că la oţelăria combinatului, introducerea răcirii prin evaporare ar putea aduce o economie de cca. 1 milion lei anual şi că acest procedeu poate fi aplicat şi la alte instalaţii tehnologice din combinat.

Tot pe marginea acestui referat, ing. *Bruscan* de la C.S.H. analizează posibilităţile de recuperare a căldurii la Combinatul Siderurgic Hunedoara, citînd unele cifre şi exemple concrete. După unele propuneri de reducere a consumului de căldură şi combustibil, ca : stingerea uscată a cocsului, aplicarea răcirii prin evaporare, introducerea cazanelor recuperatoare la oţelării, vorbitorul arată unele deficienţe din combinat, privind funcţionarea centralei de forţă, gospodărirea aburului, înzestrarea cu aparate de măsură şi control şi lipsa unei stimulării materiale a personalului energetic.

Ing. *T. Popa* prezintă referatul *„Gospodărirea căldurii în centralele termoelectrice cu aburi ale D.G.E.E. din M.I.G."* în care expune măsurile luate pentru reducerea consumului specific de combustibil şi a consumului propriu de energie în marile centrale termoelectrice şi analizează elementele care duc la devieri de la parametrii normali, preconizînd măsurile de remediere şi perfecţionare a funcţionării instalaţiilor energetice.

În încheiere autorul propune pentru reducerea consumului specific de combustibil în centralele termoelectrice, următoarele măsuri :

— Stabilirea unor curbe de consum cît mai precise şi normarea consumului specific de combustibil în baza acestor curbe.

— Completarea sau modificarea instalaţiilor energetice pentru o funcţionare cît mai economică.

— Adoptarea metodelor moderne de exploatare.

Vorbitorii înscrişi la discuţii pe marginea acestui referat au scos în evidenţă unele deficienţe în exploatarea actuală a centralelor, lipsa unor bilanţuri energetice şi a unor curbe de randament şi necunoaşterea sau nerespectarea datelor de consum din proiecte.

Din discuţii a reieşit că la centralele termoelectrice mai există posibilităţi mari de economie de căldură în condiţia unei exploatări mai îngrijite, întreţinerii adecvate şi reparării şi punerii în funcţiune a utilajului energetic şi auxiliar disponibil.

Deşi nu intră în sectorul industrial, dar fiind unul din marii consumatori de căldură în economia naţională, problema transportului feroviar a fost analizată într-un referat cu tema : *„Gospodărirea căldurii în transporturile feroviare"*. Autorii ing. *D. Ghiţescu* şi ing. *G. Popovici* au analizat situaţia energiei primare folosită în tracţiunea feroviară în trecut şi în prezent, ajungînd la concluzia că faţă de situaţia actuală din ţara noastră se impune înlocuirea tracţiunii cu abur prin locomotive Diesel electrice şi numai pe anumite porţiuni cu trafic intens şi alte caracteristici favorabile — cu tracţiune electrică. Datorită introducerii tracţiunii Diesel electrice se prevede pentru anul 1965 o reducere a consumului de combustibil cu cca. 22,5 %, echivalentă cu o economie de cca. 20 milioane lei.

Referatul ilustrat cu numeroase date şi cu soluţii interesante a fost ascultat cu mult interes.

Dr. ing. *G. A. Rădulescu* și ing. *D. Grigoriu* au prezentat referatul cu tema: *„Folosirea rațională a combustibililor în industria prelucrătoare de țiței"* ocupîndu-se în principal de cuptoare și de problemele de combustie în industria de prelucrare a țițeiului. Referatul, foarte documentat în această direcție și prezentînd cele mai noi realizări, a fost criticat în cadrul discuțiilor pentru faptul că nu a îmbrățișat decît un sector foarte restrîns din industria țițeiului. Ca o concluzie a discuțiilor la acest referat a reieșit necesitatea de a organiza o consfătuire specială în care să se trateze problemele importante și numeroase de gospodărire rațională a căldurii și combustibilului în industria țițeiului.

Industria chimică a fost reprezentată printr-un număr de 4 referate care au ocupat, împreună cu discuțiile foarte animate, o ședință întreagă în cadrul consfătuirii, discuțiile fiind comune pentru toate referatele.

Primul a fost referatul ing. *St. Lupan* și ing. *G. Gruder* *„Gospodărirea căldurii în industria chimică"*, care prezintă o largă trecere în revistă a problemelor și posibilităților de utilizare rațională a căldurii în cele mai principale sectoare din industria chimică. Referatul a fost ilustrat prin numeroase exemple privind existența resurselor energetice secundare și posibilitățile de recuperare a căldurii în industria chimică. Ca o concluzie a acestei largi analize a gospodăririi căldurii în industria chimică, autorii propun printre altele:

— studiul sistematic la fiecare întreprindere a gospodăririi căldurii pe bază de bilanțuri termice;

— întocmirea unei metodologii pentru studiul și normarea consumurilor specifice de căldură în industria chimică;

— antrenarea energeticienilor la elaborarea proiectelor noi de întreprinderi și instalații și la sistematizarea celor existente;

— inițierea unor cursuri speciale privind energetica industrială.

Ing. *N. Popovici* în referatul *„Recuperarea căldurii în industria acidului sulfuric"* analizează în mod crtic diferitele scheme tehnologice la fabricația acestui produs, prezentînd o analiză detaliată pe baza unor bilanțuri termice și pe bază de indici tehnico-economici a diverselor variante. În concluzie, autorul propune introducerea metodei de prăjire în pat fluidizat, care prezintă avantaje economice și îndeosebi energetice. La o producție de 400.000 tone H_2SO_4 folosind cuptoare de prăjire în pat fluidizat și agregate pentru valorificarea căldurii, s-ar putea realiza anual o producție de 46 milione kWh.

Ing. *I. Grigoriu* în referatul *„Gospodărirea căldurii în industria sodei"*, după o analiză a aspectului energetic la fabricarea sodei amoniacale, trasează în linii mari problemele energetice care se pun la acest proces de producție:

— Utilizarea resurselor energetice secundare;

— Folosirea complexă energo-chimică a combustibilului;

— Utilizarea combustibilului pentru încălzirea directă;

— Extinderea termoficării.

În concluzie, autorul propune printre altele elaborarea unor scheme termice tipizate pentru uzinele de sodă, care să permită valorificarea la maxim a avantajelor termoficării și inițierea unor studii teoretice și pilot pentru introducerea pompelor de căldură în industria sodei amoniacale.

În referatul cu tema: *„Recuperarea căldurii în industria amoniacului și acidului azotic"*, ing. *Gh. Chivu* descrie procesele tehnologice și prezintă bilanțurile termice la fabricarea amoniacului și azotatului de amoniu și indică posibilitățile de recuperare a căldurii din aceste procese tehnologice.

Autorul propune utilizarea gazelor fierbinți la temperatura de 800—900°C ce rezultă din aceste procese pentru producere de abur la presiune ridicată. Recuperarea căldurii în industria azotului este de mare importanță, deoarece duce la o micșorare a prețului de cost al îngrășămintelor atît de necesare agriculturii.

Discuțiile la aceste referate au scos la iveală o serie de probleme și s-a ajuns la anumite concluzii care se pot rezuma astfel:

1. S-a discutat necesitatea ridicării unor bilanțuri termice pentru a putea lua măsuri de îmbunătățire a gospodăririi căldurii într-o întreprindere. Din discuții a reieșit importanța bilanțurilor termice, dar și faptul că dacă nu peste tot există momentan posibilitatea de a ridica aceste bilanțuri, este totuși necesar de a se lua acele măsuri de mai bună gospodărire și de a remedia acele dificiențe care sînt evidente și fără ridicarea bilanțurilor; în stadiul în care se află în prezent industria noastră, în privința echipamentului și a posibilităților de măsurare și control, asemenea deficiențe și posibilități sînt foarte numeroase în toate amurile industriale.

2. S-a pus în discuție pregătirea tehnologilor din industria chimică și s-a ajuns la concluzia că este necesar ca viitorii ingineri chimiști să capete în pregătirea lor superioară și unele cunoștințe de energetică industrială care le sînt indispensabile în activitatea lor, fie ca proiectanți, fie în exploatare.

3. A reieșit de asemenea că institutele de proiectare și de cercetare din sectorul chimic nu sînt dotate cu personalul energetic necesar, ceea ce face ca în studiile și proiectele elaborate problemele energetice să fie insuficient studiate. S-a ajuns la concluzia că trebuie recomandat M.I.P.C. ca să doteze cel puțin un institut de proiectare cu un sector energetic adecvat, capabil să rezolve toate problemele energetice care intervin în proiectare.

4. În cursul discuțiilor a reieșit ca o deficiență faptul că nu a fost atinsă de loc industria chimică organică, care prezintă probleme energetice interesante și care va avea în viitor o pondere mare.

5. S-a propus de asemenea: elaborarea unor lucrări energetice cu caracter monografic mai întîi pe diverse procese și operații tip și apoi pe ramuri de producție din industria chimică, care să cuprindă metodica de analiză a gospodăririi energiei la procesul sau ramura respectivă, ca și date de comparație privind performanțele atinse în tehnica mondială în acest domeniu; ținerea într-un viitor apropiat a unor consfătuiri pe diverse ramuri ale industriei chimice pe tema gospodăririi raționale a energiei.

6. S-a propus ca în sistemul premial al Ministerului Industriei Petrolului și Chimiei să se introducă și criteriul gospodăririi energiei, luîndu-se drept indice obligatoriu economia de combustibil.

7. O problemă importantă care s-a ridicat a fost omologarea instalațiilor, îndeosebi cele mari consumatoare de căldură, de către un for competent și autorizat.

8. S-a ridicat de asemenea problema folosirii căldurii reziduale pentru producerea de frig, arătîndu-se domeniile posibile de utilizare a frigului în industrie și economie.

9. A fost atinsă problema îmbinării industriilor chimice în complexe mari industriale, care să asigure o folosire cît mai completă a energiei reziduale și mai ales a căldurii.

În încheierea discuțiilor tov. prof. *M. Bercovici*, care a condus ședința, a arătat că s-au discutat probleme atît de perspective ca: folosirea pompelor de căldură și a turbinelor cu gaz în industria chimică, îmbinarea termotehnologică, întocmirea unor metodologii pentru stabilirea și analiza gospodăririi căldurii în diverse ramuri industriale etc., ca și probleme imediate, mai mărunte, de gospodărirea căldurii, care însă sînt foarte importante și de deosebită actualitate, trebuind să devină ceva de la sine înțeles pentru fiecare energetician și tehnolog. Problemele de perspectivă trebuie însă abordate cu curaj, deoarece ele contribuie la ridicarea industriei noastre și la introducerea tehnicii noi.

În continuarea prezentării referatelor din grupa a II-a ing. *F. Predoiu* a prezentat *„Reducerea consumului de căldură în sectorul industriei materialelor de construcții"* în care a analizat în detaliu situația energetică, măsurile de ameliorare luate și cele prevăzute pentru îmbunătățirea gospodăririi căldurii în industria cimentului, varului, a ceramicei de construcții și în industria de geamuri și sticlărie.

Autorul arată că în ultimii ani s-au executat cercetări la o serie de agregate tehnologice mari consumatoare de căldură, care au dat rezultate bune, și indică asupra necesității continuării acestor studii.

Discuțiile pe marginea acestui referat s-au axat pe utilizarea deșeurilor combustibile la fabricile de cărămidă, utilizarea căldurii gazelor de ardere evacuate pentru procese de uscare a cărămizilor și materialelor ceramice, pe problema proiectării și construcției unor arzătoare adecvate și pe calitatea uneori necorespunzătoare a combustibilului primit de fabrici.

Ing. *Bălțatu* a expus situația energetică a fabricii de ciment Turda, indicînd unele măsuri care ar putea duce la economii de combustibil.

Ing. *Vasilescu* de la fabrica de ciment Bicaz relevă că în fabrică s-a reușit să se monteze recuperatoare pentru utili-

zarea căldurii gazelor de ardere la încălzirea pastei. De asemenea, printr-o urmărire atentă a procesului tehnologic s-a reușit să se reducă umiditatea pastei.

Ing. *Bedö* de la fabrica de ciment „Temelia" din Orașul Stalin arată dificultățile ce le întîmpină fabrica din cauza lipsei unor arzătoare adecvate la cuptoarele de ciment și var. Cu ocazia unei consfătuiri regionale A.S.I.T. din anul trecut s-a ridicat problema îmbunătățirii factorului de putere, iar tov. *Bedö* mulțumește pe această cale ASIT-ului și tov. ing. *Moldoveanu* pentru ajutorul acordat cu această ocazie, arătînd că în urma ajutorului primit prin Inspecția Energetică, factorul de putere a putut fi ridicat de la 0,75 la 0,93—0,97 cît este în prezent.

Se prezintă apoi referatul ing. *S. Ștefănescu* și ing. *D. Postelnicu* „*Gospodărirea căldurii în industria celulozei și hîrtiei*". În referat se analizează în detaliu economiile de căldură ce pot fi realizate în această ramură industrială. Preocupările de mai bună gospodărire a căldurii au dus la proiectarea, pentru prima dată în țară, a unor linii tehnologice la 2 fabrici de hîrtie, echipate cu instalații de recuperare, economia de combustibil prezumată fiind de cca. 1 5000 t.c.c. pe an. Se întîmpină dificultăți mari la obținerea în țară a unor schimbătoare de căldură de mare randament din materiale anticorozive.

Referatul nu a dat naștere la discuții, probabil datorită lipsei în sală a unor specialiști din această ramură.

Ing. *E. Dauer* în referatul „*Gospodărirea căldurii în industria zahărului*", după o prezentare schematică a procesului tehnologic și a bilanțului termic al unei fabrici de zahăr, dă o serie de date de consumuri de căldură obținute în fabricile de zahăr din țară în ultimii ani și propune o serie de soluții noi și interesante, indicînd asupra necesității studierii introducerii termocompresiunii, și a turbinelor cu gaz la fabricile de zahăr.

Referatul a prilejuit vii discuții în legătură cu echipamentul energetic al centralelor de la fabricile de zahăr și legarea lor la rețeaua energetică națională, în legătură cu caracterul sezonier al activității acestor fabrici.

Prof. ing. *St. Gheorghiu* prezintă referatul „*Tendințe noi în construcția părții mecanice a centralelor termoelectrice din punctul de vedere al folosirii raționale a căldurii*" — primul din grupa a treia de referate.

Autorul trece în revistă toate agregatele importante ale echipamentului energetic al centralelor termoenergetice moderne, ca și diversele scheme și cicluri utilizate, desprinzînd tendințele în construcția echipamentului mecanic din punct de vedere al folosirii raționale a combustibilului.

În încheiere autorul arată că performanțele actuale ale instalațiilor cu abur au ajuns aproape la limita superioară a posibilităților randamentului termic al centralei, în timp ce turbinelor cu gaz li se oferă o perspectivă din cele mai interesante în ceea ce privește reducerea consumului specific de căldură, atît pentru producerea numai de energie electrică, cît și pentru termoficare, în instalații numai cu turbine cu gaz sau mixte, îndeosebi pentru țările care dispun de combustibil gazos.

Referatul foarte documentat a prilejuit numeroase discuții privind îndeosebi problemele de recuperare a căldurii gazelor de ardere evacuate la coș și pierderile de căldură în centralele termoelectrice.

În referatul „*Aspecte ale recuperării căldurii la cuptoarele industriale*" ing. *N. Antonescu* și ing. *N. Pănoiu* fac o analiză generală a bilanțurilor energetice ale cuptoarelor industriale, prezentînd exemple de bilanțuri și unele rezultate obținute în cercetările întreprinse la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. la diferite cuptoare industriale.

Autorii preconizează elaborarea unui plan de măsuri imediate și a unui plan de perspectivă pentru reducerea consumurilor energetice la cuptoarele industriale prin folosirea celor mai noi mijloace de ardere a combustibililor și de recuperare a căldurii gazelor de ardere.

Discuțiile care au urmat s-au referit la problema proiectării unor arzătoare adecuate, la problemele specifice ale cuptoarelor de ciment fabricate în țară, la recirculația gazelor de ardere și la problema construcției și folosirii recuperatoarelor.

Ing. *S. Pop*, în referatul „*Reducerea consumului de combustibil și îmbunătățirea indicilor de funcționare la elaborarea oțelului în cuptoarele Martin cu ajutorul oxigenului*" atacă problema utilizării insuflării de oxigen la elaborarea oțelului, prezentînd diferitele variante posibile și rezultatele obținute în privința accelerării elaborării șarjelor și a economiei de combustibil.

În concluzie autorul arată că acest procedeu prezintă un deosebit interes pentru țara noastră, deoarece el duce la economii importante de combustibil și la mărirea productivității cuptoarelor Martin. De asemenea autorul recomandă ca trecerea la acest procedeu să se facă în două etape.

La discuții s-a ridicat în special problema economicității procesului și s-a arătat că la procedeul modern de fabricație a oxigenului la presiuni reduse, este asigurată economicitatea sa.

Ing. *I. Nerescu* prezintă referatul „*Pompa termică și utilizarea sa în industrie*". După expunerea bazelor termotehnice ale pompei de căldură și a diferitelor cicluri utilizînd pompa de căldură, autorul analizează posibilitățile tehnice și utilitatea economică a introducerii acestor cicluri în diferite procese industriale, ca și la instalații de încălzire și condiționare, enunțînd criteriile care trebuie să stea la baza unei astfel de analize.

Din discuții a reieșit necesitatea inițierii unor studii asupra posibilităților de introducere a ciclurilor cu termocompresiune îndeosebi în industria chimică și cea a zahărului.

Pe marginea ultimelor referate, ing. *Derigault* a mai ridicat unele probleme privind recuperarea căldurii în industria siderurgică, prezentînd în detaliu unele soluții originale de instalații recuperatoare.

Aproape toți vorbitorii au propus inițierea unor consfătuiri pe ramuri industriale, în care să se dezbată problemele specifice acelor ramuri, apreciind importanța și oportunitatea consfătuirii.

ACADEMIA R.P.R. COMISIA DE AUTOMATIZARE

Ținînd seamă de dezvoltarea pe care o are în țara noastră domeniul mașinilor de calcul, dezvoltare ilustrată prin mașinile numerice construite în cadrul Institutului de fizică atomică, mașinile de tip analogice construite la Institutul de energetică și Academia Militară Tehnică, studiile a numeroase colective de specialitate din cadrul institutelor departamentale și ale Academiei și ținînd seama și de perspectivele întrebuințări acestor mașini în automatizarea industrială, consideră că este indicat ca teoria, metodele constructive precum și întrebuințările acestor mașini să fie făcute cunoscute unui cerc cît mai larg de tehnicieni.

Pentru aceasta organizează între *17—21 noiembrie 1959*: **„Consfătuirea tehnico-științifică asupra mașinilor de calcul"** cu următoarele secții:

Secția I- *Studii teoretice în legătură cu mașinile de calcul.*

Secția II- *Construirea mașinilor de calcul și programarea problemelor.*

Secția III- *Aplicațiile mașinilor de calcul în industrie și cercetările științifice.*

Sînt invitați să participe la consfătuire și delegați din U.R.S.S. și țările de democrație populară, care au fost solicitați să prezinte comunicări și referate de specialitate din domeniul întrebuințării mașinilor de calcul în industrie.

Vizitați expoziția

INDUSTRIA ELECTROTEHNICĂ POLONEZĂ

București, Piața Kuibîșev nr. 7

care se va deschide la 27 octombrie 1959

Societatea „ELEKTRIM" expune următorul material:

● Cuptoare și etuve electrice ● Aparataj de joasă și înaltă tensiune ● Aparataj electric divers și aparataj electric de măsură pentru laboratoare și industrie ● Aparataj antideflagrant pentru mine ● Sondeuze cu arc ● Material mărunt de instalații ● Asortiment bogat, termene de livrare scurte ● Calitate superioară, prețuri avantajoase ● Explicații detaliate pe loc

Exportator exclusiv al produselor industriei electrotehnice poloneze

„Elektrim"

Societate poloneză cu responsabilitate limitată pentru comerțul exterior cu echipament electrotehnic

Warszawa, ul. Czackiego, 15/17

Telefon: 6-62-71 **Teleimprimator: 10-415**

În Editura Tehnică a apărut:

LEXICONUL TEHNIC ROMÎN

ELABORARE NOUĂ, VOL. V

660 pagini, legat, 115 lei exemplarul

Lexiconul Tehnic Romîn este o enciclopedie tehnică de nivel superior întocmită pentru tehnicienii și inginerii din întreprinderi, pentru cadrele didactice și studenții din institutele de învățămînt superior, cum și pentru inginerii din institutele de proiectări și cercetări.

In noua ediție materialul este sensibil mărit și îmbunătățit, iar caracterul enciclopedic al sistematizării lui este și mai accentuat.

Volumul V tratează sfîrșitul literei C și conține circa 4 000 termeni directori, 800 termeni explicați în text, 900 figuri.

Din conținutul foarte bogat al volumului sînt de relevat între altele termenii despre compresoare, condensatoare, cuadripoli, cupluri, cuptoare, curent electric, curbe și curburi, cupru, coordonate etc., etc.

I. P. 2. c. 3220

СОДЕРЖАНИЕ

Δ.К.621.311.22/32.004.1

Erdely St.: **Некоторые вопросы одновременного производства электроэнергии и тепла**, стр. 409

Δ.К. 621.181.8.004

Antonescu N.: **Модернизирование паровых котлов путем применения радиационных сверхнагревателей**, стр. 413

Δ.К. 621.181 : 662.613.1.001

Singer G. и Pănoiu N.: **Поведение золы и шлака в котельных топках и новейшие методы его изучения.**

В статье рассматривается ряд аспектов поведения золы и шлака в топках, причем указываются различные современные способы изучения их физико-химической характеристики.

Energetica VII (1959) No. 11 стр. 417

Δ.К. 621.187.2.004

Neuberger B.: **О гидразине и его применении при обработке воды для питания котлов высокого давления**

Удаление остаточного кислорода с помощью гидразина из воды используемой для питания котлов, является для Румынии весьма актуальной проблемой. Указываются преимущества этого способа. Приводятся методы дозировки и концентрации гидразина, поддерживаемой в кругообороте и показываются результаты, полученные в производственных условиях. В заключение описываются аналитические методы.

Energetica **VII** (1959) No. 10 стр. 422

Δ.К. 621.311.22.004.1

Grosz I.: **Номограммы для определения потерь для газа метана и мазута в дымовых трубах**

Величина и колебание во времени потерь тепла в дымовой трубе дают ряд существенных показаний о состоянии котла, как в отношении эксплуатации, так и состояния теплообменных поверхностей. Для облегчения наблюдения за этим показателем построены диаграмы для определния потерь в дымовой трубе для метана и мазута, в зависимости от температуры в трубе и процентного содержания CO_2.

Energetica **VII** (1959) No. 10 стр. 427

Δ.К. 621.316.1.064.1

Chenzbraun I.: **Короткое замыкание шин, вызванное перерывом посредством разъединителя емкостного тока на заземлении**

В статье анализируется случай короткого замыкания возникнувшего на шинах одной электростанции, вследствие перерыва разъединителем заземляющего тока. Явление рассматривается на основе принципиальных диаграмм колебания тока и напряжения на клеммах прибора, прерывающего емкостную цель.

Указываются причины, способствующие возникновению этого явления, и необходимые мероприятия для его предупреждения.

Далее анализируется автоматизирующая схема, вследствие которой возникли неполадки, а также условия, которым схема должна соответствовать.

Energetica **VII** (1959) No. 10 стр. 431

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ● ХРОНИКА ● РЕЦЕНЗИИ

INHALTSVERZEICHNIS

D.K. 621.311.22/23.004.1

Erdelyi St.: **Einige Fragen der gekuppelten Kraft — und Wärmeerzeugung** S. 409

D.K. 621.181.8.004

Antonescu N.: **Die Modernisierung der Dampfkessel durch die Anpassung der Strahlungs-Überheizer** S. 413

D.K. 621.181.662.613.1.001

Singer G. und *Pănoiu N.:* **Verhalten von Asche und Schlacke in Kesselfeuerungen und moderne Verfahren zu ihrer Erforschung**

Es werden einige Eigenschaften der Asche und Schlacke im Feuerraum untersucht und verschiedene neuere Verfahren zur Erforschung ihrer physikalischen und chemischen Merkmale angegeben.

Energetica **VII** (1959) H. 11 S. 417

D.K. 621.187.2.004

Neuberger G.: **Ueber Hydrazin und seine Verwendung zur Speisewasseraufbereitung für Hochdruckdampfkessel.**

Die Beseitigung des remanenten Sauerstoffs aus dem Kesselspeisewasser mittels Hydrazin bildet für unser Land eine aktuelle Frage. Es werden die Vorteile des Verfahrens erörtert und Dosierung, Konzentration des Hydrazins im Wasserkreislauf sowie entsprechende Betriebserfanrungen besprochen. Auschliessend werden Analyseverfahren angegeben.

Energetica **VII** (1959) H. 10 S. 422

D.K. 621.311.322.004.1

Gross, I.: **Nomogramme zur Bestimmung der Schornsteinverluste bei Methangas — und Masutfeuerung.**

Grösse und zeitlicher Verlauf der Wärmeverluste im Schornstein geben betriebstechnisch wichtige Hinweise über den Kesselzustand, insbesondere über den Zustand der Wärmeaustauscherflächen. Um die Auswertung dieser Angaben zu erleichtern, wurden Nomogramme für die Bestimmung der Schornsteinverluste bei Methangas — und Masutfeuerung, in Abhängigkeit von der Temperatur im Schornstein und dem CO_2 — Gehalt ausgearbeitet.

Energetica **VII** (1959) H. 10 S. 427

D.K. 621.316.1.064.1

Chenzbraun I.: **Sammelschienenkurzschluss infolge Abschaltung durch Trenner des Kapazitiven Stromkreises bei einem Erdschluss.**

Es wird ein Kurzschlussfall untersucht, der an den Sammelschienen eines Kraftwerks zufolge der Abschaltung eines Erdschlusses durch Trenner enstand. Der Vorfall wird anhand von theoretischen Schaubildern den Verlauf von Strom und Spannung an den Schalterklemmen eines kapazitiven Stromkerises untersucht.

Es werden die Ursachen aufgezeigt, die einen derartigen Vorfall förderten sowie Massnahmen zu ihrer Verhütung.

Ferner werden untersucht: die Automatik, die einen derartigen Fehler ermöglichte und die Bedingungen denen eine solche Automatik zu genügen hat.

Energetica **VII** (1959) H. 10 S. 431

AUS DEN BETRIEBEN ● CHRONIK ● REZENSIONEN

SOMMAIRE

C.D. 621.311.22/23.004.1

Erdelyi St. : **Quelques problèmes de la production simultanée d'énergie électrique et de chaleur** p. 409

C.D. 621.181.8.004

Antonescu N. : **Modernisation des chaudières à vapeur par l'adaptation des surchauffeurs par radiation**. p. 413

C.D. 621.181 : 662.613.1.001

Singer G. et *Pănoiu N.* : **Comportement des cendres et des scories des foyers des chaudières. Méthodes modernes de recherches**

L'article analyse quelques aspects de la cendre et des scories de foyers, en indiquant divers procédés récents pour l'étude de leurs caractéristiques physico-chimiques.

Energetica **VII** (1959) no. 11 p. 417

C.D. 621.187.2.004

Neuberger G. : **De l'hydrazine et de son emploi dans le traitement de l'eau d'alimentation des chaudières à haute pression**

L'élimination de l'oxygène résiduel de l'eau d'alimentation des chaudières a l'aide de l'hydrazine constitue un problème d'actualité pour notre pays. L'auteur relève les avantages de cette méthode. Après avoir indiqué les méthodes de dosage, ainsi que les concentrations d'hydrazine qui se maintiennent dans le circuit, il présente quelques résultats obtenus dans l'exploitation. Pour conclure, il indique les méthodes d'analyse.

Energetica **VII** (1959) No. 10 p. 422

C.D. 621.311.22.004.1

Grosz I. : **Nomogrammes pour la détermination des pertes de chaleur par la cheminée pour le gaz méthane et le mazout**

La grandeur et la variation dans le temps des pertes de chaleur par la cheminée fournissent d'importantes indications concernant l'état de la chaudière, aussi bien au point de vue de l'exploitation, qu'à celui des surfaces de changement de température. Afin de faciliter l'examen de cet indice, on a eu recours à des nomogrammes pour la détermination des pertes par la cheminée, pour le gaz méthane et le mazout, en fonction de la température à la cheminée et du pourcentage de CO_2.

Energetica **VII** (1959) No. 10 p. 427

C.D. 621.316.1.064.1

Chenzbraun I. : **Le phénomène du court-circuit provoqué sur les barres d'une centrale par l'interruption déterminée par un séparateur du courant capacitif lors de la mis à terre**

L'article analyse un cas de court-circuit apparu sur les barres d'une centrale, par suite de l'interruption par un séparateur d'un courant de mise à terre. Le phénomène est analysé en tenant compte des diagrammes de principe de la variation du courant et de la tension aux bornes de l'appareil d'interruption d'un circuit capacitif.

L'auteur relève les causes qui ont favorisé l'apparition d'un pareil phénomène, ainsi que les mesures à prendre en vue de les éviter. Il analyse de plus le schéma d'automatisation qui a provoqué l'apparition d'un pareil défaut, ainsi que les conditions qu'un pareil schéma doit remplir.

Energetica **VII** (1959) No. 10 p. 431

NOUVELLES DES ENTREPRISES ● CHRONIQUE ● COMPTES-RENDUS.

CONTENTS

D.C. 621.311.22/23.004.1

Erdelyi St. : **Some problems of simultaneous production of electric power and heat** p. 409

D.C. 621.181.8.004

Antonescu N. : **Modernisation of steam boilers by adapting radiation superheaters** p. 413

D.C. 621.181 : 662.613.1.001

Singer G. and *Pănoiu N.*: **Comportement of ashes and furnace slags. Modern investigation methods**

The author analyses certain aspects of ashes and furnaces slags, showing several recent procedings for the study of then physical and chemical characteristics.

Energetica **VII** (1959) no. 11 p. 417

D.C. 621.187.2.004

Neuberger G. : **On hydrazine and its use in the treatment of feed water in high pressure steam boilers**

The elimination of residual oxigen of high pressure steam boilers feed water by means of hydrazine is an actual problem in our country. The author shows the advantages of this method. After having indicated the dosing methods and the hydrazine concentration which remains in the circuit, he states some achievements obtained so far in exploitation. In conclusion he shows the methods of analysis.

Energetica **VII** (1959) Nr. 10 p. 422

D.C. 621.311.22.004.1

Grosz I. : **Nomograms for the determination of chimney losses of methane gas and fuel oil**

The size and variation in time of chimney heat losses give important indications on the steam boiler's state regarding both the exploitation and the stand of the heat interchange surfaces. In order to facilitate the controlling of this index, nomograms for the determination of chimney losses have been set up for methane gas and fuel oil, according to the chimney temperature and the CO_2 rate.

Energetica **VII** (1959) Nr. 10 p. 427

D.C. 621.316.1.064.1

Chenzbraun I. : **A case of short-circuit caused on the rods of a power plant by the interruption due to a separator of a capacitive current on earth connecting.**.

The article analyses a case of short-circuit which appeared on the rods of a power station as a result of the interruption by separator of an earth connecting current. The phenomenon is analysed according to principle current and tension variation diagrams at electric terminals of the interruption apparatus for a capacitive circuit.

The author shows the factors that caused such a phenomenon and the means to avoid it.

He also analyses the automation scheme which has caused the appearance of such a defficiency and the conditions that such a scheme must fulfil.

Energetica **VII** (1959) Nr. 10 p. 431

FROM THE ENTERPRISES ● CHRONICLE ● BOOK REVIEW

RELEE DE DISTANȚĂ RD7+

pentru protecția unor rețele cu buclări multiple din noduri energetice de înaltă tensiune

Prin separarea selectivă a cablurilor și liniilor aeriene, în cazul producerii unor scurtcircuite, a unor scurtcircuite cu punere la pământ sau a unor erori de combinație, se evită deconectări masive și se exclud pierderi din întreruperi de livrare, prin detectarea imediată a defectului.

Releele noastre de distanță se și află în exploatare cu rezultate excelente în numeroase stații din țară și străinătate.

Cereți prospecte cu date tehnice amănunțite.

VEB ELEKTRO-APPARATE-WERKE

BERLIN — TREPTOW, HOFFMANNSTRASSE 15—26

Reprezentanța în R.P.R.:

AMBASADA REPUBLICII DEMOCRATE GERMANE ÎN R.P.R., SECȚIUNEA COMERCIALĂ, BUCUREȘTI

Lei 5

E 2039

REFERALVA

ENERGETICA

R

11

Energetica — București 1959 Anul VII ★ noiembrie

„Elektrim"

SOCIETATE POLONEZĂ CU RESPONSABILITATE LIMITATĂ PENTRU COMERȚUL EXTERIOR DE ECHIPAMENT ELECTROTEHNIC

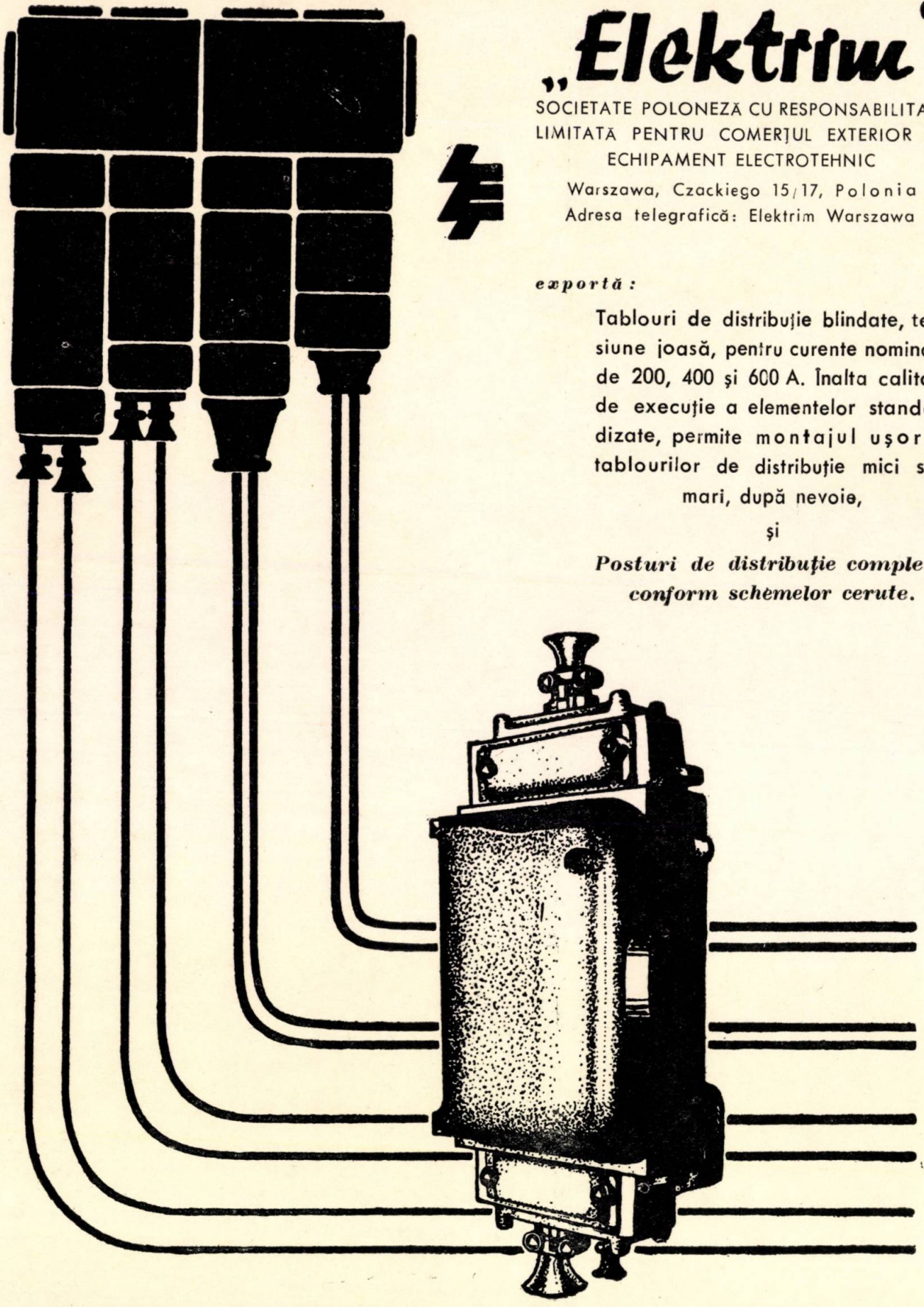
Warszawa, Czackiego 15/17, Polonia
Adresa telegrafică: Elektrim Warszawa

exportă:

Tablouri de distribuție blindate, tensiune joasă, pentru curente nominale de 200, 400 și 600 A. Înalta calitate de execuție a elementelor standardizate, permite montajul ușor al tablourilor de distribuție mici sau mari, după nevoie,

și

Posturi de distribuție complete, conform schemelor cerute.



ENERGETICA

ANUL VII Nr. 11 NOIEMBRIE 1959

SUMAR

* * * : **Forța vie a ideilor Marelui Octombrie.**

Energetica VII (1959) nr. 11 p. 441—442.

C.Z. 621.311.22.001.1

Homola V. : **Alegerea agregatelor principale ale centralelor termoelectrice cu condensație.**

Energetica VII (1959) nr. 11 p. 443—450.

C.Z. 621.181 : 662.87.662.95

Dinulescu C. : **Arzătoare de gaze introduse în ambrazurile arzătoarelor de praf de cărbune**

Se arată modul cum a fost rezolvată problema introducerii de arzătoare de gaze de sondă în ambrazurile unor cazane de 230 t/h construite pentru arderea prafului de cărbune cum și rezultatele obținute.

Energetica VII (1959) nr. 11 p. 451—452.

C.Z. 662.91.004.4

Covalli V.: **Un nou procedeu pentru determinarea pierderilor de căldură în încălziri centrale.**

Energetica VII (1959) nr. 11 p. 453—457.

C.Z. 621.311.21 : 621.67.001

Pavel D. : **Analiza transformatoarelor hidroenergetice.**

După definirea și clasificarea transformatoarelor hidroenergetice, se analizează (tabela 1 și 4)88 The cu 242 grupuri totalizînd 5 392 MW și 2 650 GWh/an energie de vîrf, datorită volumului pulsat de 11,8 miliarde m² pe an. Se analizează problemele echipamentelor și randamentelor, ca și condițiile economice. Se indică perspectiva dezvoltării The în R.P.R.

Energetica VII (1959) nr. 11 p. 457—468.

ENERGETICA PESTE HOTARE

Rotman A.: **Sistemul de 400 kV din U.R.S.S.**

Energetica VII (1959) nr. 11 p. 468—482.

DIN ACTIVITATEA ASIT

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof ing. **I. D. STANCESCU**, redactor responsabil, conf. ing. **C. MIHAILEANU**, redactor responsabil adjunct, conf. ing. **I. A. BADEA**, prof. ing. **M. BERCOVICI**, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, ing. **M. COGALNICEANU**, conf. ing. **E. CONSTANTINESCU**, ing. **P. DIMO**, laureat al Premiului de Stat, prof. ing. **C. DINCULESCU**, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. HERESCU**, conf. ing. **N. MOLDOVEANU**, prof. ing. **C. PENESCU**, ing. **T. POPA**, ing. **S. SĂNDULESCU** și ing. **P. VICOL**

Revista „**ENERGETICA**", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele. Redacția : București, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon 16.78.78 — Administrația și Casieria : București, Calea Victoriei. Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon 14.06.24 — Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediul filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară și prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Publicațiile Tehnice A.S.I.T. 070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin — București — Tarif pentru întreprinderi : lei 100 anual. — Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri : lei 30 anual — Prețul unui exemplar : lei 5 — Tiparul : Întreprinderea Poligrafică Nr. 2, București.

ENERGETICA

ANUL VII
1959
Nr. 11
NOIEMBRIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Forța vie a ideilor Marelui Octombrie

Au trecut 42 de ani de la ziua memorabilă în care salvele „Aurorei" au vestit lumii întregi zorile unei noi ere în dezvoltarea societății omenești. Răsturnînd dominația capitaliștilor și moșierilor, proletariatul și țărănimea din Rusia, conduse de gloriosul Partid Comunist bolșevic în frunte cu V. I. Lenin, instaurau pe a șasea parte a globului pămîntesc primul stat al muncitorilor și țăranilor. Începeau să se împlinească atunci visurile de veacuri ale celor mai luminați gînditori ai omenirii — societatea fără exploatare.

Condus cu înțelepciune de partidul lui Lenin, proletariatul din Rusia a transformat patria sa dintr-o țară agrară înapoiată, semicolonie a imperialismului, într-o mare putere industrială și cu o agricultură înaintată, bastion al culturii progresiste. Puterea economică și politică a Uniunii Sovietice se sprijină pe activitatea conștientă a milioane de oameni, care au fost chemați să conducă destinele țării și care traduc în viață cuvîntul Partidului Comunist. Aceasta explică uriașa capacitate care a făcut ca, în cei 42 de ani care au trecut de la 7 Noiembrie 1917, să se obțină succese răsunătoare în toate sectoarele vieții economice, politice, sociale, culturale. Nici o țară capitalistă, chiar în perioadele de avînt ale dezvoltării economiei ei n-a putut și nu va putea atinge ritmul rapid de dezvoltare pe care îl cunoaște economia Uniunii Sovietice. Uniunea Sovietică a demonstrat prin însăși existența ei, prin trăinicia orînduirii ei sociale și de stat, prin succesele ei, viabilitatea învățăturii marxist-leniniste.

Victoria epocală a Marii Revoluții Socialiste din Octombrie a însuflețit masele de exploatați și asupriți din toate colțurile pămîntului în lupta pentru libertate, pentru o viață mai bună, la lupta împotriva asupririi coloniale. Ideile Revoluției Socialiste, departe de a fi fost înfrînte — așa cum credeau și doreau dușmanii primului stat socialist din lume, — au călăuzit și călăuzesc astăzi popoare de la Elba pînă la Oceanul Pacific. Aceste popoare, eliberate de exploatare, de colonialism, făuresc o viață nouă, înfloritoare și, ajutîndu-se unul pe altul, merg cu încredere spre țelul comun, spre socialism, spre comunism.

În întreaga lume se înțelește lupta popoarelor pentru scuturarea jugului colonial, pentru independența națională. Nu există forță care să împiedice mersul înainte al istoriei. În vremea noastră, ideile măreț ale lui Octombrie, ale lui V. I. Lenin, sînt vii și actuale ca și acum o jumătate de veac.

Cu fiecare an, cu fiecare cincinal, Uniunea Sovietică a înfrînt împotrivirea dușmanilor de clasă și a agenților lor, repurtînd victorii istorice. În momentul de față, volumul producției industriale face ca U.R.S.S. să se situeze pe primul loc în Europa și al doilea în lume. De 36 de ori a crescut producția industrială globală a statului sovietic în comparație cu 1913, producția mijloacelor de producție a crescut de 83 de ori și producția industriei constructoare de mașini și a metalurgiei prelucrătoare a crescut de 240 de ori față de același an.

În ceea ce privește producția energetică, se știe că Uniunea Sovietică înfăptuiește cu succes un vast plan de construire de uriașe centrale electrice. Numai în 1958 s-au produs 233 miliarde kW ore energie electrică. În numai 3 zile, uzinele sovietice produc o cantitate de energie electrică egală cu cea produsă în Rusia prerevoluționară într-un an întreg. Pretutindeni pe întinsul marii țări a socialismului, în Siberia și Gruzia, în Republicile Baltice sau în Ural se dau în funcțiune noi centrale. După ce a produs, prima în lume, curent electric industrial într-o centrală atomică, Uniunea Sovietică a trecut la proiectarea altor asemenea centrale, dintre care o parte au și început a fi construite. Alte uriașe resurse de energie sînt descoperite și puse în valoare. Se construiesc, în același timp, mari stații de transformare, linii de transport etc.

Dar puterea economică a noii orînduiri apare în toată strălucirea ei prin epocalele realizări în lupta pentru cunoașterea și cucerirea spațiului cosmic. Din Uniunea Sovietică și-au luat zborul primii sateliți artificiali ai pămîntului inaugurînd era zborurilor cosmice. Prima planetă artificială a fost lansată de Uniunea Sovietică. Tot din Uniunea Sovietică a fost trims în Lună primul sol al planetei noastre.

Lansarea în spațiu a unei stații cosmice automate căreia i s-a comunicat cu o precizie ului-

toare o anumită traiectorie și care a transmis cercetătorilor sovietici importante informații despre satelitul natural al pămîntului — a umplut de admirație chiar și pe cei mai înrăiți dușmani ai Uniunii Sovietice. Acum, de la un capăt la altul al lumii, oamenii urmăresc pe harta, pînă ieri necunoscută, conturul mărilor și munților de pe partea invizibilă a lunii: Marea Moscovei, Golful astronauților, Craterele Țiolkovski, Lomonosov, Joliot-Curie, lanțul Munților Sovietici etc. În același timp, spărgătorul de gheață atomic „V. I. Lenin", după ce a staționat în chip simbolic la cheiul de unde acum 42 de ani au fost trase salvele „Aurorei", a pornit în prima sa cursă.

Uriașele transformări și succese în toate domeniile economiei și culturii, nivelul actual al dezvoltării forțelor de producție și relațiile de producție permit Uniunii Sovietice să pășească într-o nouă perioadă a istoriei sale — perioada construirii desfășurate a societății comuniste. Aceasta este tocmai sarcina pe care a pus-o, în fața Partidului, în fața întregului popor sovietic, cel de-al XXI-lea Congres al Partidului Comunist al Uniunii Sovietice.

Prin planul septenal adoptat se trasează liniile unor mari înfăptuiri, unor progrese pe care numai un stat socialist de proporțiile și capacitatea U.R.S.S. și le poate propune. Ca să ilustrăm măreția acestui „program al Comunismului", am vrea să amintim cîteva cifre elocvente. Astfel, se prevede ca în 1965 producția de fontă a U.R.S.S. să fie de 65—70 milioane tone, producția de oțel 86—91 milioane tone, producția de cărbune 596—609 milioane tone. La producția de petrol, Uniunea Sovietică va atinge în același an 230—240 milioane tone, în timp ce producția de gaze va înregistra 150 miliarde metri cubi. În același an — 1965 — se vor produce 500—520 miliarde kWh, 75—81 milioane tone ciment etc. În ansamblul economiei, în perioada septenalului, producția va crește cu 85—88%. În agricultură, chiar și cîteva cifre pot să arate amploarea dezvoltării tehnice, a mecanizării: peste 1 milion de tractoare, aproape 400 000 de combine cerealiere și un mare număr de mașini și utilaje vor fi produse în cei 7 ani ai programului.

Electrificarea economiei naționale este un obiectiv dintre cele mai importante ale planului septenal. Dezvoltarea din ce în ce mai mare a energeticii sovietice și progresul tehnic necontenit vor permite o foarte largă electrificare a proceselor de forță, o dezvoltare a folosirii energiei electrice în scopuri tehnologice. Odată cu creșterea volumului producției de energie electrică, va spori mult ponderea energiei electrice folosite în agricultură. Electrificarea va juca un rol istoric în lichidarea deosebirilor esențiale între oraș și sat. Progrese mari se vor înregistra în domeniul electrificării transporturilor. (Se prevede electrificarea a 20 000 km cale ferată). Printre altele, trebuie arătat că vor fi electrificate în viitorii 7 ani toate centrele muncitorești, toate sovhozurile și colhozurile.

Producția de energie electrică va crește de peste 2,2 ori în comparație cu 1958. Creșterea medie anuală absolută de energie electrică va fi de 38—41 miliarde kWh.

Primul stat socialist din lume, deținătorul unor uriașe resurse materiale, statul înfloritor care și-a propus la Congresul al XXI-lea să ajungă din urmă și să depășească S.U.A. în producția pe cap de locuitor, care înfăptuiește cu succes septenalul comunismului, se bucură pe plan internațional de un mare prestigiu. Cuvîntul Uniunii Sovietice în conferințele internaționale, pe plan diplomatic, este un cuvînt greu, de mare autoritate — cuvîntul uneia dintre cele mai mari puteri ale lumii, de care depinde soarta păcii sau a războiului. Tocmai de aceea, Uniunea Sovietică apără cu consecvență pacea, zădărnicind încercările imperialiștilor de a dezlănțui un nou război mondial.

Vizita lui N. S. Hrușciov în S.U.A., convorbirile avute cu președintele D. Eisenhower au avut ca scop găsirea de mijloace eficace pentru preîntîmpinarea războiului, pentru slăbirea încordării internaționale, pentru înlăturarea „războiului rece", a neîncrederii între state. Consecventă principiului leninist al coexistenței pașnice, Uniunea Sovietică a propus S.U.A. măsuri concrete de înlăturare a amenințării războiului. La tribuna O.N.U., N. S. Hrușciov a prezentat o nouă propunere — de o importanță covîrșitoare pentru cauza păcii — dezarmarea generală și totală. Nu este nici o îndoială că eforturile consecvente ale U.R.S.S. pentru apărarea păcii vor înfrînge în cele din urmă uneltirile celor cărora nu le este dragă pacea.

Marea Revoluție Socialistă din Octombrie, deschizînd o nouă eră în istoria omenirii, a deschis popoarelor calea către libertate, către construirea unei vieți mai bune.

Poporul nostru a pășit și el pe această cale. În cei 15 ani cîți au trecut de la eliberarea patriei noastre, cu ajutorul substanțial al Uniunii Sovietice, poporul nostru construiește bazele socialismului, obținînd succese remarcabile în industrializarea țării, în transformarea socialistă a agriculturii, în dezvoltarea culturii, științei, tehnicii. Înfățișarea țării noastre se schimbă văzînd cu ochii. Realizările obținute numai în 15 ani vorbesc de la sine despre forța ideilor comunismului, despre uriașele capacități ale poporului scăpat pentru totdeauna de exploatare.

De aceea, la 7 Noiembrie, poporul nostru liber, constructor al socialismului, sărbătorește alături de popoarele Uniunii Sovietice, alături de toată omenirea muncitoare, aniversarea Marii Revoluții Socialiste din Octombrie, de care o leagă cele mai scumpe năzuințe de pace, progres și o viață fericită, și urează popoarelor sovietice prietene succese tot mai mari pe calea marelui Octombrie.

Alegerea agregatelor principale ale centralelor termoelectrice cu condensaţie

Ing. *VIKTOR HOMOLA* — Budapesta

Termocentralele izolate, construite la începutul secolului pentru alimentarea cu energie electrică a unor sectoare izolate, oraşe sau întreprinderi industriale, erau prevăzute cu cazane şi turbine de rezervă. Interconectarea unui număr mai mare de centrale electrice izolate şi funcţionarea lor în paralel în cadrul sistemelor energetice, a determinat, printre altele, reconsiderarea radicală a problemei rezervei din centrale şi a principiilor care stăteau la baza alegerii corecte a numărului şi puterii unitare a agregatelor principale din centralele noi.

În locul centralelor cu multe cazane, debitînd pe bare colectoare duble, au apărut centralele cu bare simple sau numai cu bare auxiliare, cu un număr egal de cazane şi turbine, iar mai tîrziu, centralele bloc. Cu toate acestea şi azi mai există reminiscenţe privitoare la schema cu bare colectoare, iar problema cazanului de rezervă, deşi dezbătută în numeroase studii care au analizat cazuri concrete, nu a putut fi tranşată. În cadrul acestui studiu se va încerca rezolvarea generală a acestei probleme.

Determinarea unei astfel de metode este mult îngreunată de faptul că mărirea cea mai economică a cazanelor sau turbinelor dintr-o centrală depinde de o serie de factori. Admiţînd însă că puterile, fie ale cazanelor, fie ale turbinelor, sînt date cu anumite simplificări admisibile, se poate stabili o metodă pentru determinarea mărimii celei mai economice a ansamblului de cazan-turbină.

Studiul de faţă cuprinde o astfel de metodă, valabilă pentru centrale cu conducte colectoare, echipate cu cazane, care necesită o durată anuală de reparaţii mai mare decît turbinele ($t_c < t_t$).

Notările întrebuinţate:

n_c^* — numărul cazanelor din centrale care nu dispun de cazan de rezervă

n_c^{**} — numărul cazanelor din centrale cu cazan de rezervă

n_t — numărul turbinelor din centrală

P_c — puterea unui cazan din centrală [MW]

P_t — puterea unei turbine din centrală [MW]

$\beta = P_c/P_t$ — raportul dintre puterile unitare ale cazanelor şi turbinelor din centrală

t_c — numărul de ore de disponibilitate anuală a unui cazan

t_t — numărul de ore de disponibilitate anuală a unei turbine

$\alpha = t_c/t_t$ — raportul dintre orele anuale de disponibilitate cazan/turbină

I — cheltuielile de investiţii ale centralei

I_0 — cheltuielile de investiţii ale unei centrale date, construită cu turbine şi cazane de aceeaşi putere ($\beta = 1$)

ΔI_c — creşterea cheltuielilor de investiţii ale centralei, raportată la I_0, în cazul în care se măreşte puterea cazanelor, numărul cazanelor fiind egal cu cel al turbinelor

ΔI_t — creşterea cheltuielilor de investiţii ale centralei, raportată la I_0, în cazul în care se măreşte puterea turbinelor, numărul cazanelor fiind egal cu numărul turbinelor

ΔI_{ct} — creşterea cheltuielilor de investiţii ale centralei, raportată la I_0, în cazul în care se măresc în acelaşi timp puterile cazanelor şi turbinelor, numărul cazanelor fiind egal cu numărul turbinelor

P_m — puterea medie disponibilă a centralei

P_{m_0} — puterea medie disponibilă a unei centrale construite cu cheltuieli de investiţii I_0.

P_{mx} — puterea medie a unei centrale care nu are niciodată strangulări pe partea de cazane ($\alpha \geqslant 1$, $\beta \geqslant 1$)

$\gamma = P_m/P_{mx}$ — puterea medie relativă a centralei

ΔP_{mc} — creşterea puterii medii a centralei, raportată la P_{m_0}, în cazul în care, pe lîngă menţinerea numărului de cazane, se măreşte puterea lor, necesitînd cheltuieli de investiţii în valoare de ΔI_c

ΔP_{mt} — creşterea puterii medii a centralei raportată la P_{m_0}, în cazul în care, pe lîngă menţinerea numărului de turbine se măreşte puterea lor, necesitînd cheltuieli de investiţii în valoare de ΔI_{ct}.

ΔP_{mc} — creşterea puterii medii a centralei, raportată la P_{m_0}, în cazul în care, pe lîngă menţinerea numărului de cazane şi de turbine, se măreşte puterea lor, necesitînd cheltuieli de investiţii în valoare de ΔI_{ct}

i_c — cheltuielile de investiţii specifice pentru mărirea puterii centralei, în cazul în care se măreşte puterea cazanelor

i_t — cheltuielile de investiţii specifice pentru mărirea puterii centralei, în cazul în care se măreşte puterea turbinelor

i_{ct} — cheltuielile de investiţii specifice pentru mărirea puterii centralei, în cazul în care se măresc deodată puterile cazanelor şi ale turbinelor

1. Puterea medie disponibilă a centralei

Se consideră un sistem energetic avînd un număr mare de centrale, care în vederea alimentării unui nou consumator urmează să fie dotat cu o centrală nouă. Evident, după intrarea în funcţiune a centralei noi, cererea de putere de vîrf din partea noului consumator trebuie să fie inferioară puterii instalate în centrală, deoarece datorită reparaţiilor, această putere nu va fi disponibilă decît pe o durată în general mai scurtă decît jumătate din numărul total de ore ale anului; în restul timpului va fi disponibilă o putere inferioară puterii instalate. Prin coordonarea reparaţiilor şi o justă repartizare a sarcinii, variaţia puterilor disponibile din centrale poate fi compensată pe sistem. De aici se trage concluzia că, la intrarea în funcţiune a unei centrale noi, creşterea admisibilă a cererilor de putere de vîrf pe sistem este egală cu valoarea medie a puterii disponibile în

decursul anului a centralei noi, determinată de necesitățile de reparații ale centralei, atît a celor planificate cît și a celor în urma avariilor. Puterea medie disponibilă a centralei, pe care o vom numi „puterea medie" și o vom nota cu P_m, diferă de puterea instalată, cu valoarea medie a reducerilor de putere cauzată de lucrările de întreținere a agregatelor.

Raționamentul expus, bazat pe evaluarea puterii centralelor, în funcție de aportul lor în sistem, simplifică mult problema și cu tot caracterul său de aproximație, corespunde scopului urmărit de acest studiu.

Puterea medie a unei centrale în funcțiune se poate determina ușor, în baza înregistrărilor din jurnalul de exploatare privitoare la durata reparației agregatelor principale rezultată pe mai mulți ani.

La centralele noi, în curs de proiectare, situația este mai complicată, valorile puterilor medii putînd fi aproximate pe baza datelor statistice de indisponibilitate. Procedeele de calcul propriu-zise, cunoscute în literatură [1], [2] și utilizate, sînt calculul bazat pe diagrama puterilor disponibile și aplicarea calculului probabilităților pentru evaluarea defectelor neprevăzute, această a doua fiind mai apropiată de realitate. Reprezentarea grafică a duratei de revizii a agregatelor principale, deși nu dă rezultate exacte, este foarte utilă în cadrul studiului comparativ între două centrale, cînd valorile relative obținute sînt suficiente pentru a se trage concluziile necesare. Calculele economice, efectuate în vederea proiectării centralelor din Ungaria, pentru determinarea puterilor medii, confirmă această afirmație. De aceea, în cadrul studiului de față puterile medii se vor determina din diagrama puterilor disponibile, iar în anexa 1, se arată modul de aplicare a calculului probabilităților în cadrul unui exemplu numeric.

2. Metoda de calcul bazată pe diagrama puterilor disponibile

Lucrările de întreținere planificate a agregatelor principale, cazane sau turbine, se consideră periodice, avînd în vedere că ele se prevăd anual cu regularitate : cîte o reparație capitală și un număr de reparații curente, pentru fiecare agregat. Afară de acestea, mai pot surveni defecte neprevăzute. Adunînd totalul de ore de indisponibilitate planificate și neprevăzute ale agregatelor și scăzîndu-le din numărul total de 8760 ore ale anului, se obține durata de disponibilitate a agregatelor :

$$t_c = 8\,760 - \tau_{cp} - \tau_{cn} \text{ h/an pentru cazane}$$

$$t_t = 8\,760 - \tau_{tp} - \tau_{tn} \text{ h/an pentru turbine,}$$

în care :

τ_{cp} respectiv τ_{tp} = durata totală a lucrărilor de întreținere planificate în h/an ;

τ_{cn} respectiv τ_{tn} = durata totală a lucrărilor de întreținere neprevăzute în h/an.

Pe baza datelor de exploatare pe mai mulți ani, se pot stabili valori medii statistice a numărului de ore de disponibilitate ale agregatelor în funcțiune. Din exploatarea centralelor din Ungaria s-au stabilit următoarele valori medii : pentru cazane alimentate cu praf de cărbune de calitate inferioară : 7 200 h/an,

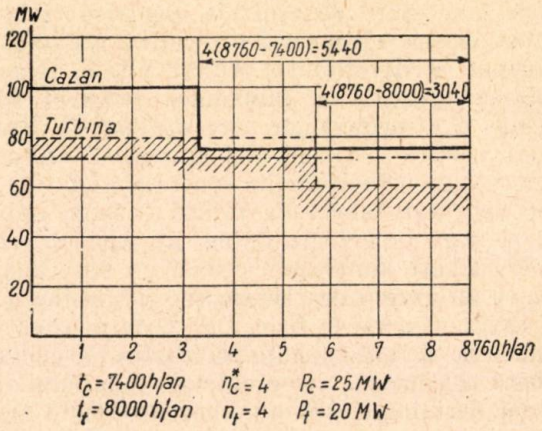


Fig. 1. Diagrama puterilor disponibile

iar pentru cărbune de calitate superioară 7 600 h/an ; pentru turbine 7 800—8 000 h/an. Cu aceste valori practice, diagrama puterilor medii disponibile se întocmește în felul următor :

Pe axa absciselor se înscrie durata de disponibilitate a agregatelor în h/an, iar pe axa ordonatelor puterea disponibilă în MW. Diagrama constă din însumarea diagramelor puterilor disponibile ale cazanelor și turbinelor. Conturul care delimitează părțile comune, suprapuse, constituie diagrama puterilor disponibile a centralei, iar valoarea medie a ordonatelor reprezintă puterea medie a centralei. Fig. 1 reprezintă diagrama puterilor disponibile ale unei centrale cu bare colectoare cu 4 cazane de 25 MW, disponibile 7 400 h/an și 4 turbine de 20 MW, disponibile 8 000 h/an.

Din diagramă se poate constata că această centrală va ține la dispoziția sistemului 4 grupuri cu sarcina nominală 3 320 h/an, 4 grupuri cu sarcină parțială 2 400 h/an și 3 grupuri cu sarcina nominală 3 040 h/an. Puterea medie instalată a centralei este 71,6 MW.

Observăm că la acest calcul nu s-a făcut nici o deosebire între reparațiile planificate și neprevăzute și evident, în valori absolute, rezultatul este eronat. Dacă însă se va aplica acest procedeu de calcul pentru aprecierea comparativă a două centrale, funcționînd în condiții similare, rezultatele obținute vor fi bune. Nu trebuie neglijată la aprecierea acestei metode, simplicitatea ei, care o face să fie preferată pentru calcule de mare volum, față de metoda în prin-

cipiu corectă, dar complicată, a aplicării calculului probabilităților. Pe lîngă construcția simplă, diagrama puterilor disponibile permite stabilirea de relații între puterea agregatelor de cazane și turbine și puterea medie a centralei, cu o valabilitate generală.

Astfel, în cazul unei centrale avînd 4 cazane și 4 turbine, utilizînd notările convenționale stabilite la începutul studiului și aplicînd metoda de calcul descrisă, pentru cazul $P_c > P_t$, $0{,}75 < t_c/8\,760 < 1$, $t_c < t_t$ și $1 < \beta < 4/3$ vom avea :

$$P_m = \frac{4 \cdot P_t \cdot t_t}{8\,760}[\alpha + 3\,(1-\alpha)\,(\beta-1)]$$

Notînd cu

$$P_{mx} = \frac{4 \cdot P_t \cdot t_t}{8\,760}$$

se va obține :

$$\frac{P_m}{P_{mx}} = \gamma = \alpha + 3\,(1-\alpha)\,(\beta-1).$$

Acest raport dintre puterea medie a unei centrale și puterea medie a unei centrale care nu este niciodată strangulată pe partea de cazane, se notează cu γ și poate fi denumit puterea medie relativă, care este o cifră fără dimensiuni, a cărei mărime este determinată de durata de disponibilitate și de puterea agregatelor de cazane și turbine, respectiv de raportul acestor valori.

Relația puterilor medii relative, stabilită mai sus pentru $n_c^* = 4$ și $n_t = 4$, poate fi generalizată în anumite limite și din punctul de vedere al numărului de agregate de cazane și turbine.

În tabelele 1 și 2 sînt cuprinse relațiile care au rezultat din calculele executate pentru două cazuri și anume pentru $n_c^* = n_t$ și $n_c^{**} = n_t + 1$.

Relațiile cuprinse în aceste tabele fiind lineare în raport cu variabila β, iar valorile n_c, n_t și α fiind considerate parametri, puterea medie

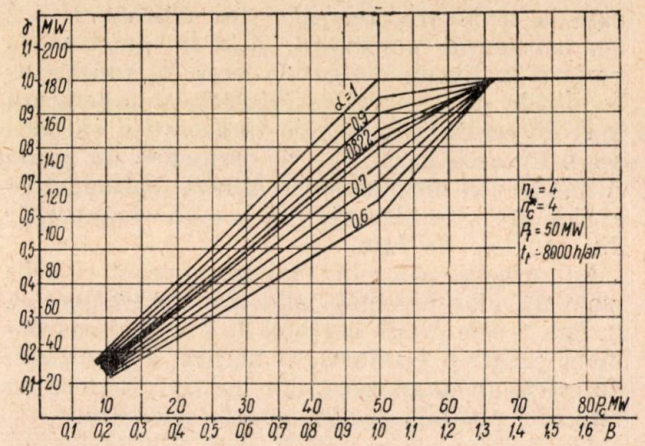


Fig. 2. Puterea medie relativă a centralei (γ) în funcție de raportul dintre puterile cazanelor și turbinelor (β).

în funcție de β poate fi reprezentată grafic printr-un mănunchi de drepte frînte, convergente.

Figura 2 reprezintă un astfel de mănunchi de linii frînte, pentru cazul $n_c^* = n_t = 4$. În cazul în care se consideră date puterea turbinelor și durata lor de disponibilitate, o linie frîntă oarecare din fig. 2 poate fi privită ca reprezentarea grafică a puterii medii a centralei, în funcție de puterea cazanelor.

$n_c^* = n_t = n$ $\quad t_c < t_t$ *Tabela 1*

	$\frac{n-2}{n} < \frac{t_c}{8\,760} < \frac{n-1}{n}$	$\frac{n-1}{n} < \frac{t_c}{8\,760} < 1$
$0 < \beta < 1$	$\gamma_1 = \alpha\beta$	
$1 < \beta < \frac{n}{n-1}$	$\gamma_2' = \alpha + (\beta-1)\left[(n-1) - (n-2)\,\alpha - \frac{n-1}{n}\,\frac{8\,760}{t_t}\right]$	$\gamma_2'' = \alpha + (n-1)\,(1-\alpha)\,(\beta-1)$
$\frac{n}{n-1} < \beta < \frac{n}{n-2}$	$\gamma_3' = 1 + \left(\frac{n-1}{n}\,\frac{8\,760}{t_t} - \alpha\right)[(n-1) - \beta\,(n-2)]$	$\gamma_3'' = 1$
$\frac{n}{n-2} < \beta$	$\gamma_4 = 1$	

$n_c^{**} = n_t + 1$ $\quad t_c < t_t$ *Tabela 2*

	$\frac{n_c^{**}-1}{n_c^{**}}\,\frac{t_t}{8\,760} < \frac{t_c}{8\,760} < \frac{n_c^{**}-1}{n_c^{**}}$	$\frac{n_c^{**}-1}{n_c^{**}} < \frac{t_c}{8\,760} < 1$
$\frac{n_c^{**}-1}{n_c^{**}} < \beta < 1$	$\gamma_5' = (n_c^{**}-1)\,\beta + \frac{n_c^{**}(n_c^{**}-2)}{n_c^{**}-1}\,\alpha\,(1-\beta) - (n_c^{**}-2)$	$\gamma_5'' = n_c^{**}\alpha(1-\beta) + (n_c^{**}-1)\,\beta + \frac{8760}{t_t}(\beta-1) - (n_c^{**}-2)$
$1 < \beta$	$\gamma_6 = 1$	

Caracteristica puterii medii de forma unei linii frînte, ca în fig. 2, este o caracteristică teoretică, ea avînd în realitate o alură puțin diferită, datorită următoarelor cauze: Pentru întocmirea diagramei puterilor disponibile, puterea cazanelor trebuie recalculată în MW, în baza consumului specific de abur al turbinei, care la stabilirea relațiilor din tabelele 1 și 2 s-a considerat constantă, deși în practică ea variază în limite destul de largi, în funcție de condițiile de exploatare (variația temperaturii apei de răcire, regimul de încărcare a turbinei etc.). Puterea cazanelor, de asemenea nu poate fi menținută constantă pe durata perioadei de exploatare considerată, din cauza depunerilor din canalele de fum.

Ca urmare celor de mai sus, caracteristicile reale nu mai prezintă punctele de frîngere ca în fig. 2, cele două porțiuni de drepte racordîndu-se printr-o curbură. O mărire a preciziunii de calcul în acest sens, din motive tehnice nu este nici posibilă și nici nu este necesară.

3. Determinarea celei mai economice puteri a cazanului pentru o turbină de o putere dată

Această determinare se face în două etape. Mai întîi se stabilește puterea cea mai economică a cazanului pentru cazul $n_c^* = n_t = n$ (numărul cazanelor este egal cu cel al turbinelor), și apoi se examinează, dacă față de puterea stabilită ca fiind cea mai economică, instalarea unui cazan de rezervă ($n_c^{**} = n_t + 1$) prezintă avantaje sau nu.

3.1. **Puterea cea mai economică a cazanului în cazul** $n_c^* = n_t$. Se va examina cazul unei centrale de o putere medie disponibilă P_{m0}, dotată cu cazane și turbine de aceeași putere. O mărire infinitezimală a acestei puteri se poate realiza în trei feluri:

— prin mărirea puterii cazanelor, cu cheltuieli de investiții ΔI_c, creșterea aferentă a puterii medii fiind ΔP_{mc};
— prin mărirea puterii turbinelor, cu cheltuieli de investiții ΔI_t, creșterea aferentă a puterii medii fiind ΔP_{mt};
— prin mărirea simultană a puterii cazanelor și a turbinelor cu cheltuieli de investiții ΔI_{ct}, creșterea aferentă a puterii medii fiind ΔP_{mct}

Cheltuielile specifice respective vor fi

$$i_c = \frac{\Delta I_c}{\Delta P_{mc}}, \quad i_t = \frac{\Delta I_t}{\Delta P_{mt}} \text{ și } i_{ct} = \frac{\Delta I_{ct}}{\Delta P_{mct}}.$$

În cazul că puterea medie a centralei urmează să fie majorată cu cantități infinitezimale în raport cu P_{mc}, evident calea aceea va fi mai economică, pentru care creșterea specifică a cheltuielilor de investiții va fi cea mai mică. Dacă i_{ct} va avea valoarea cea mai mică, mărirea puterii medii se va realiza prin mărirea deodată și în aceeași măsură a puterii cazanelor și a turbinelor; o mărire numai a puterii cazanelor va fi justificată numai dacă cheltuielile specifice sînt mai mici, adică dacă

$$i_c < i_{ct}, \text{ respectiv } i_t < i_{ct}.$$

Întrucît s-a considerat că puterea turbinei este dată, soluția cea mai economică va putea fi stabilită prin analiza inegalității

$$i_c < i_{ct}.$$

3.1.1 Determinarea cheltuielilor de investiții a creșterilor specifice. Notînd cu I_c investițiile unei centrale avînd același număr de cazane și turbine ($\beta = 1$), cu P_{0c} și P_{0t} puterile cazanelor respectiv ale turbinelor și cu P_{m0} puterea medie a centralei, și presupunînd că în apropierea punctului examinat ($\beta = 1$), investițiile variază proporțional cu creșterea infinitezimală a puterii cazanului, respectiv a turbinei, vom avea:

$$\Delta I_c = \frac{I_c}{P_{m0}} \cdot \delta_c \cdot \Delta P_c$$

sau dacă puterile cazanelor și turbinelor se măresc simultan:

$$\Delta I_{ct} = \frac{I_c}{P_{m0}} \cdot \delta_{ct} \cdot \Delta P_0$$

în care δ_c și δ_{ct} reprezintă factori de proporționalitate.

Determinarea creșterii puterii medii este o operație mai complicată, deoarece potrivit celor expuse mai sus, valoarea acesteia în punctul de frîngere ($\beta = 1$) din fig. 2, variază brusc, trebuind să se țină cont și de durata de disponibilitate a cazanului. Cu toate acestea, valorile creșterilor infinitezimale ale puterilor medii pot fi considerate cunoscute în baza relațiilor cuprinse în tabela 2.

$n_c^* = n_t = n$ $\qquad t_c < t_t$ *Tabela 3*

	$\frac{n-2}{n} < \frac{t_c}{8\,760} < \frac{n-1}{n}$	$\frac{n-1}{n} < \frac{t_c}{8760} < 1$
$0 < \beta < 1$	$i_{c1} = \frac{I_0}{P_{m0}} \cdot \frac{8\,760}{t_t} \cdot \frac{\delta_c}{n \cdot \alpha}$	
$1 < \beta < \frac{n}{n-1}$	$i'_{c2} = \frac{I_0}{P_{m0}} \cdot \frac{8\,760}{t_t} \cdot \frac{\delta_c}{n\left[(n-1)-(n-2)\alpha - \frac{n-1}{n} \cdot \frac{8\,760}{t_t}\right]}$	$i''_{c2} = \frac{I_0}{P_{m0}} \cdot \frac{8\,760}{t_t} \cdot \frac{\delta_c}{n(n-1)(1-\alpha)}$

Raportul dintre cheltuielile de investiții și creșterea puterii medii reprezintă cheltuielile de investiții ale creșterilor specifice, a căror determinare se urmărește. Relațiile pentru cazul cînd numărul cazanelor este egal cu cel al turbinelor sînt date în tabela 3.

Dacă se urmărește determinarea cheltuielilor de investiții, a creșterilor specifice pentru cazul măririi simultane a puterilor cazanelor și turbinelor, calculul poate fi executat cu ajutorul relațiilor cuprinse în tabela 1, admițînd o valoare constantă pentru β, puterile cazanelor și turbinelor urmînd a se mări în așa fel, încît valoarea raportului acestora să rămînă tot acest timp egal ($\beta = 1$). Valoarea aferentă a creșterii specifice a investițiilor se determină prin utilizarea valorii γ_1 din tabela 1, astfel :

$$i_{ct} = \frac{I_c \cdot 8\,760}{P_{m0} \cdot t_t} \cdot \frac{\delta_{ct}}{n\alpha}.$$

3.1.2. Determinarea puterii economice a cazanului. Comparînd acest rezultat cu relațiile cuprinse în tabela 3, se observă că în cazul cînd puterea cazanului este mai mică decît aceea a turbinei ($\beta < 1$), i_{ct} și i_c pot fi calculate din expresii identice, deosebirea constînd doar în factorul de proporționalitate, care pentru i_{ct} va avea valoarea δ_{ct}, iar pentru i_c valoarea δ_c. Dat fiind însă că δ_{ct} în toate cazurile este mai mare decît δ_c, și că i_{ct} va trebui să fie întotdeauna mai mare decît i_c, se ajunge la concluzia că puterea cazanelor nu poate fi mai mică decît cea a turbinelor.

Să examinăm acum domeniul $1 < \beta < n/(n-1)$ din tabela 3. În acest caz, i'_{c2}, respectiv i''_{c2} vor fi mai mari, egali sau mai mici decît i_{ct}, în funcție de valoarea lui n. Corespunzător acestora, din punctul de vedere al coordonării mărimii cazanelor și turbinelor, există următoarele cazuri posibile :

$i'_{c2} < i_{tt}$, în care caz este corect a se alege $\beta = 1$

$i_{c2} = i_{ct}$, în care caz în domeniul $1 < \beta < n/(n-1)$, este indiferent ce valoare se alege pentru β.

$i_{c2} < i_{ct}$, în care caz alegerea corectă este $\beta = n/(n-1)$.

Pentru cazul cînd n este dat, din inegalitățile

$$i'_{c2} > i_{ct}, \text{ respectiv } i''_{c2} > i_{ct}$$

putem cunoaște cu care dintre aceste cazuri ne găsim în față.

În figura 3 se indică rezultatele finale obținute din examinarea făcută.

Calculul arată că inegalitatea $i_{c2} > i_{ct}$ are un rol hotărîtor din punctul de vedere al economicității. Ea cuprinde patru variabile independente și anume : t_c, t_t, n și δ_c/δ_{ct}. Dacă t_c, t_t și n se pot considera cunoscute, ca fiind date ale problemei, din cercetarea mai de aproape a raportului δ_c/δ_t, se poate observa că acesta este cîtul cheltuielilor de investiții aferente celor două creșteri specifice.

Mărirea puterii cazanului dintr-o centrală atrage după sine necesitatea măririi unei serii întregi de instalații auxiliare, de alimentare cu combustibil și cu apă, de evacuare a zgurii și a cenușii, rețelii de conducte, părții din serviciile auxiliare de instalații electrice aferente cazanului etc., precum și părții de clădire cuprinzînd sala cazanelor.

În cazul în care în același timp cu cazanele se măresc și turbinele, în afara măririi celor menționate mai sus ca și a agregatului de turbină cu toate accesoriile sale, vor mai trebui amplificate conductele de abur pînă la turbină, preîncălzitoarele de apă, instalația de apă de răcire, generatorul împreună cu sistemul său de răcire, instalațiile electrice de înaltă tensiune și serviciile auxiliare aferente turboagregatelor etc., precum și partea de clădire cuprinzînd sala mașinilor.

În afara acestor două grupe mari de instalații, la o mărire a centralei, mai sînt afectate în măsură diferită și obiectivele de deservire generală, ca atelierele, depozitele de combustibil și lubrifianți, magaziile, birourile etc.

Se observă că nu este posibilă separarea tuturor cheltuielilor de investiții pe cele două grupe mari, cazane și turbine, dar este suficient dacă această separare se poate realiza pentru marea majoritate a instalațiilor cu pondere mare.

În ipoteza că raportul cheltuielilor aferente celor două grupe de cheltuieli ΔI_c și ΔI_{ct} corespunde cu raportul cheltuielilor potrivit repartizării de mai sus, la centralele din Ungaria se poate lua în considerare o valoare de

$$\delta_c/\delta_{ct} = 0{,}6 \sim 0{,}65.$$

În fig. 3 s-au admis pentru raportul δ_c/δ_{ct} două valori și anume 0,6 și 0,5 (aceasta din urmă luată cu multă precauție), corespunzînd unei centrale în care cheltuielile de investiții ale cazanelor sînt excepțional de reduse în raport cu cele ale turbinelor.

Figura 3 dă indicații asupra duratei de disponibilitate a cazanelor, în funcție de orele anuale de disponibilitate și de numărul grupurilor, considerate ca parametri, pentru care identitatea $i_c \equiv i_{ct}$ este satisfăcută marcînd cazul limită de economicitate. Pentru o mai bună interpretare se dă următorul exemplu. Dacă $t_t = 8\,000$ h/an, $n = 6$ și se admite că $\delta_c/\delta_{ct} = 0{,}6$, este indicat să se aleagă cazane și turbine de aceeași putere, dacă $t_c > 7\,160$ h/an.

Din figura 3 se poate observa că diagrama constă din rînduri convergente, dintre care s-au reprezentat în figură cîte două. Aceste rînduri drepte acoperă suprafețele corespunzătoare inegalităților care se referă la durata

de disponibilitate a cazanelor cuprinse în tabela 1.

În condițiile din Ungaria, durata de disponibilitate a cazanelor variază între 7 200 și 7 600 h/an, iar a turbinelor între 7 600 și 8 000 h/an. În fig. 3 au fost reprezentate aceste domenii de

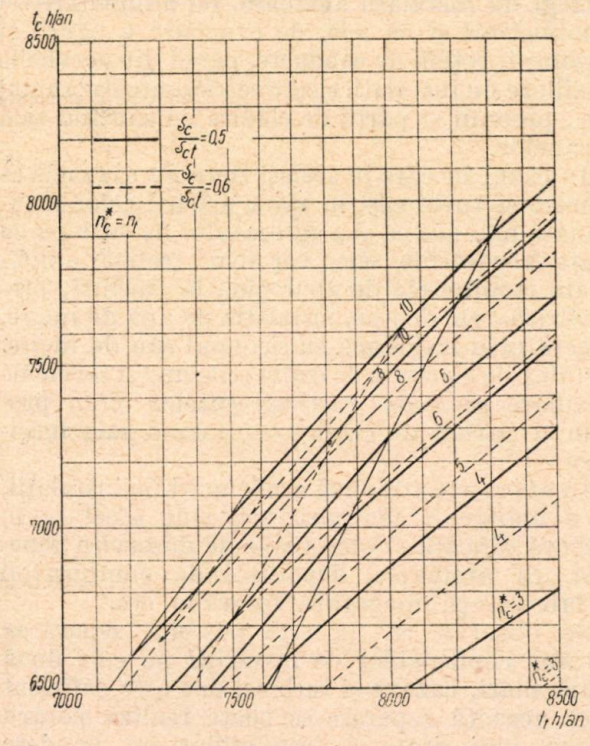


Fig. 3. Diagrama pentru numărul n_c^* de cazane, pînă la care numărul de ore de disponibilitate t_c și t_t fiind date — este economic să se aleagă cazane și turbine de aceeași putere

valori și se poate observa că la astfel de durate de disponibilitate, numărul de $n = 6 \sim 7$ cazane, respectiv turbine, reprezintă cazurile limită. În cazul unui număr inferior de cazane, alegerea de puteri egale de cazane și turbine, deci $\beta = 1$, este cea corectă. Dimpotrivă, dacă numărul de cazane este mai mare, puterea cea mai economică a cazanelor, respectiv a turbinelor corespunde unei valori de $\beta = n/(n-1)$.

Ținînd însă cont de faptul că centralele moderne se echipează în general cu unități mari, în aproape totalitatea cazurilor numărul de cazane este inferior cifrei critice de $n = 6 \sim 7$, și astfel, în practica curentă nu se aleg cazane corespunzătoare relației $\beta = n/(n-1)$.

3.2. **Problema cazanului de rezervă** ($n_c^{**} = n_t + 1$). S-a analizat în cele de mai sus cazul centralelor care se dotează cu un același număr de cazane și turbine și s-a ajuns la concluzia că este indicat să se aleagă cazane și turbine de aceeași putere. Această concluzie justifică afirmația potrivit căreia montarea cazanului de rezervă este neeconomică în toate acele cazuri în care numărul cazanelor este egal cu cel al turbinelor.

Pentru a răspunde însă întrebării dacă asigurarea unei rezerve în cazane nu ar putea fi economică, se va folosi metoda cea mai simplă, aceea a examinării cheltuielilor de investiții necesare pentru obținerea aceleiași puteri medii, fiind evident că în cazul unor puteri medii și maxime identice, acea centrală va fi mai economică care costă mai puțin. În cele ce urmează se va determina raportul puterilor totale instalate în cazane, în ipoteza puterii medii egale în centrale de tipul $n_c^* = n_t$ și respectiv $n_c^{**} = n_t + 1$. Această analiză s-a extins numai asupra domeniului $n \leqslant 6 \sim 7$, în care se încadrează în general cazurile din practică de construcție a centralelor noi și pentru care în cazul $n_c^* = n_t$ rezultă puteri egale de cazane și turbine ($\beta = 1$).

Relațiile necesare pentru determinarea puterilor medii a centralelor, atît în cazul $n_c^* = n_t$, cît și în cazul $n_c^{**} = n_t + 1$ sînt cuprinse în tabelele 1 și 2. Utilizînd notările din acest studiu, puterea unui cazan pentru aceeași putere medie, poate fi calculată în funcție de orele de disponibilitate, din următoarele identități :

$$\gamma_1 \equiv \gamma_5', \text{ respectiv } \gamma_1 \equiv \gamma_5''$$

Din aceste identități, în cazul $n_c^* = n_t$ și $\beta^* = 1$, vor rezulta pentru puterea unui cazan corespunzător valorii n_c^{**}, următoarele valori caracteristice :

$$\beta^{**} = \frac{(n_t^2 - 1)\,\alpha - n_t\,(n_t - 1) - n_t \cdot \alpha}{(n_t^2 - 1)\,\alpha - n_t^2},$$

respectiv

$$\beta^{**} = \frac{n_t\,t_c - 8\,760 - (n_t - 1)\,t_t}{(n_t + 1)\,t_c - 8\,760 - n_t\,t_t}.$$

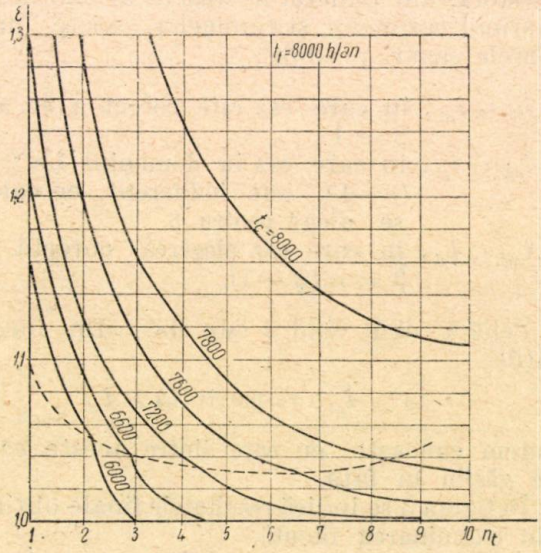


Fig. 4. Raportul ε al puterilor instalate în cazane, în funcție de numărul de turbine (n_t), în cazul centralelor de aceeași putere medie disponibilă, construite cu ($n_c^{**} = n_t + 1$) și fără cazan de rezervă ($n_c^* = 1$).

Notînd cu ΣP_c^* puterea totală a cazanelor instalate în centrală pentru cazul n_c^* şi cu ΣP_c^{**} pentru cazul n_n^{**}, şi raportul acestor puteri totale cu ε, vom avea:

$$\varepsilon = \frac{\Sigma P_c^{**}}{\Sigma P_c^*} = \frac{n_c^{**}\,\beta^{**}}{n_c^*}, \text{ deoarece } \beta^* = 1.$$

Potrivit calculului dezvoltat în anexa 4, se poate demonstra că în domeniul $\frac{t_t}{n_t + 1} \cdot \frac{t}{8\,760} < \frac{t_c}{8\,760} < 1$, în toate cazurile vom avea $\varepsilon > 1$ (vezi fig. 4) şi ca urmare, în cazul n_c^{**} în care numărul cazanelor este mai mare decît numărul turbinelor, puterea totală este mai mare decît în cazul n_c^*. Întrucît costul unui număr mai mare de unităţi mici este mai ridicat decît al unui număr mai mic de unităţi mai mari, este evident că centralele trebuie construite fără cazane de rezervă.

4. Concluzii

Din cele expuse s-a văzut că alegerea celor mai economice puteri a agregatelor principale din centrale, chiar în condiţiile de simplificare admise, necesită calcule destul de complicate.

Din examinarea problemei au rezultat următoarele condiţii pentru determinarea puterii celei mai economice a cazanelor:

a) La centralele echipate cu un număr egal de cazane şi turbine, în funcţie de durata de disponibilitate şi de numărul agregatelor, puterile economice ale acestora pot avea două valori singulare şi anume:

$$\beta = 1 \qquad \text{sau} \quad P_c = P_t$$

respectiv

$$\beta = \frac{n+1}{n} \qquad \text{sau} \quad P_c = \frac{n+1}{n} P_t.$$

Alegerea unui cazan de o putere intermediară, între aceste două valori singulare, nu poate fi justificată prin calcul economic.

Pentru a putea stabili dacă ne găsim în faţa unuia sau celuilalt dintre aceste cazuri, se va folosi diagrama din fig. 3, din care se poate vedea că în cazurile din practică ($n_t < 6 \sim 7$) instalarea de cazane de o putere mai mare decît aceea a turbinelor, în condiţiile duratei de disponibilitate din practică curentă este neeconomică.

b) De asemenea, rezultă că, în domeniul delimitat superior de $n_t = 6 \sim 7$, instalarea unui cazan de rezervă ($n_c^{**} = n_t + 1$) este totdeauna neeconomică.

ANEXĂ

1. Determinarea puterii medii disponibile a termocentralelor cu condensaţie, cu ajutorul calculului probabilităţilor

Procedeul comportă două faze de calcul: în prima fază se întocmeşte diagrama puterilor disponibile, luîndu-se în considerare numai lucrările de reparaţii planificate. Dacă se va nota cu τ_t, durata de reparaţii anuale, durata de disponibilitate va fi $t = 8\,760 - \tau_t$. Din diagramă rezultă felul şi durata combinaţiilor posibile de cazane şi turbine în decursul unui an în funcţie de lucrările de întreţinere planificate. A doua fază a calculului comportă calcularea probabilităţii defectării neprevăzute a agregatelor, potrivit relaţiei:

$$p = \left(\frac{n}{d}\right)(1-q)^d \cdot q^{(n-d)}$$

în care:

- p — probabilitatea defectării unui număr de d elemente dintr-un total de n elemente
- d — numărul agregatelor care se defectează
- n — numărul total al agregatelor identice
- j — indicele de calitate a agregatului respectiv, care se calculează din datele cuprinse în studiu în felul următor:

$$j = \frac{t}{t + \tau_a}$$

în care:

- t — numărul de ore de disponibilitate a instalaţiei
- τ_a — timpul de reparaţie corespunzător avariilor.

Pentru demonstrarea metodei de calcul se dă următorul exemplu numeric:

$n_c = 4$; $P_c = 140$ t/h; $t_c = 7\,230$ h/an; $\tau_{cn} = 370$h/an;

$n = 4$; $P_t = 30{,}7$ MW$\cong$128 t/h, $t_t = 7\,990$ h/an, $\tau_{tn} = 310$h/an

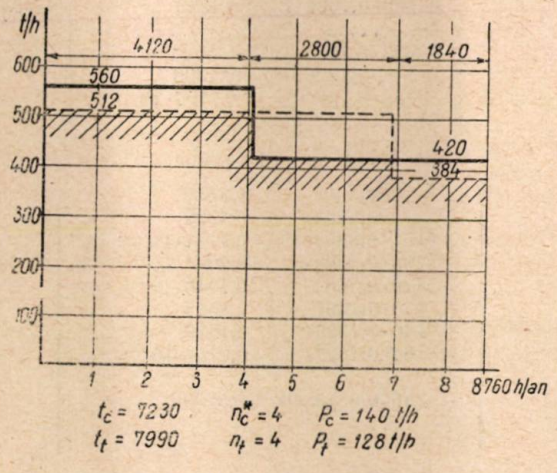


Fig. 5. Diagrama puterilor disponibile.

Din diagrama puterilor disponibile (fig. 5) se determină limitările de putere provenite din cauza reparaţiilor planificate, după cum urmează:

4 cazane şi 4 turbine sînt disponibile simultan timp de 4 120 h/an;

3 cazane şi 4 turbine sînt disponibile simultan timp de 2 800 h/an;

3 cazane şi 3 turbine sînt disponibile simultan timp de 1 840 h/an.

De aici rezultă o putere disponibilă medie de $P'_m = 109{,}3$ MW din care urmează a se scădea media puterilor indisponibile din cauza avariilor (ΔP_{ma}).

Indicii de calitate se calculează din datele de plecare, după cum urmează:

$$j_t = \frac{7\,990}{8\,300} = 0{,}96265 \text{ şi } j_c = \frac{7\,230}{7\,600} = 0{,}95113.$$

Probabilitatea defectării fiecărui agregat considerat separat este indicată în tabela următoare :

Cazane			Turbine		
Număr total de cazane	Din care cazane avariate	Probabilitatea defectărilor	Număr total de turbine	Din care turbine avariate	Probabilitatea defectărilor
4	0	0,8183	4	0	0,8589
4	1	0,1682	4	1	0,1333
4	2	$0{,}1296 \cdot 10^{-1}$	4	2	$0{,}7757 \cdot 10^{-2}$
4	3	$0{,}4441 \cdot 10^{-3}$	4	3	$0{,}2006 \cdot 10^{-3}$
4	4	$0{,}5704 \cdot 10^{-5}$	4	4	$0{,}1946 \cdot 10^{-5}$
3	0	0,8604	3	0	0,8922
3	1	0,1327	3	1	0,1038
3	2	$0{,}6815 \cdot 10^{-2}$	3	2	$0{,}4028 \cdot 10^{-2}$
3	3	$0{,}1167 \cdot 10^{-3}$	3	3	$0{,}5210 \cdot 10^{-4}$

Probabilitatea defectării simultane neprevăzute a turbinelor şi cazanelor se obţine prin înmulţirea cifrelor de probabilitate respective cuprinse în tabelele de mai sus. Cunoscînd probabilitatea defectărilor simultane neprevăzute, se poate calcula limitarea medie anuală a puterii medii a centralei, după cum urmează :

4 cazane + 4 turbine

$$\Delta P_{ma} = \left\{ \begin{array}{ll} 0 \cdot 0{,}8183 \cdot & 0{,}8589 + \\ +128 \cdot 0{,}8183 \cdot & 0{,}1333 + \\ +256 \cdot 0{,}8183 \cdot & 0{,}7757 \cdot 10^{-2} + \\ +384 \cdot 0{,}8183 \cdot & 0{,}2006 \cdot 10^{-3} + \\ +512 \cdot 0{,}8183 \cdot & 0{,}1946 \cdot 10^{-5} + \\ +\ 92 \cdot 0{,}1682 \cdot & 0{,}8589 + \\ +128 \cdot 0{,}1682 \cdot & 0{,}1333 + \\ + \ldots\ldots & \ldots\ldots + \\ +232 \cdot 0{,}1296 \cdot 10^{-1} \cdot & 0{,}8589 + \\ +232 \cdot 0{,}1296 \cdot 10^{-1} \cdot & 0{,}1333 + \\ +256 \cdot 0{,}1296 \cdot 10^{-1} \cdot & 0{,}7757 \cdot 10^{-2} + \\ + \ldots\ldots & \end{array} \right\} \frac{4\,120}{8\,760} +$$

3 cazane + 4 turbine

$$+ \left\{ \begin{array}{ll} 0 \cdot 0{,}8604 \cdot & 0{,}8589 + \\ +\ 36 \cdot 0{,}8604 \cdot & 0{,}1333 + \\ +\ 164 \cdot 0{,}8604 \cdot & 0{,}7757 \cdot 10^{-2} + \\ +\ 292 \cdot 0{,}8604 \cdot & 0{,}2006 \cdot 10^{-3} + \\ +\ 420 \cdot 0{,}8604 \cdot & 0{,}1946 \cdot 10^{-5} + \\ +\ 140 \cdot 0{,}1327 \cdot & 0{,}8589 + \\ +\ 140 \cdot 0{,}1327 \cdot & 0{,}1333 + \\ +\ 164 \cdot 0{,}1327 \cdot & 0{,}7757 \cdot 10^{-2} + \\ + \ldots\ldots & + \\ +\ 280 \cdot 0{,}6815 \cdot 10^{-2} \cdot & 0{,}8589 + \\ + \ldots\ldots & \end{array} \right\} \cdot$$

3 cazane + 3 turbine

$$\frac{2800}{8760} + \left\{ \begin{array}{ll} + \ 0 \cdot 0{,}8604 & 0{,}8922 + \\ +128 \ 0{,}8604 & 0{,}1038 + \\ + \ldots\ldots & + \\ +104 \cdot 0{,}1327 & 0{,}8922 + \\ +128 \ 0{,}1327 & 0{,}1038 + \\ + \ldots\ldots & + \\ +244 \cdot 0{,}6815 \cdot 10^{-2} \cdot & 0{,}8922 + \\ +244 \cdot 0{,}6815 \cdot 10^{-2} \cdot & 0{,}1038 + \\ +256 \cdot 0{,}6815 \ 10^{-2} \cdot & 0{,}4028 \cdot 10^{-2} + \\ + \ldots\ldots & \end{array} \right\} \cdot \frac{1840}{8760} = 30{,}84 \text{ t/h} \cong$$

$$\cong 7{,}4 \text{ MW}$$

Pentru calculul valorii P_{ma} se formează grupe corespunzătoare celor trei combinaţii de cazane şi turbine rezultate din diagrama puterilor disponibile. Fiecare grupă cuprinde trei coloane de cifre care se înmulţesc între ele. Prima cifră indică limitarea datorită defectării, a doua, probabilitatea defectării cazanului, iar a treia, probabilitatea defectării turbinei. Cu valoarea astfel calculată, puterea medie disponibilă a centralei devine :

$$P_m = P'_m - \Delta P_{ma} = 109{,}3 - 7{,}4 = 101{,}9 \text{ MW}.$$

2. Determinarea puterii medii a unei centrale echipate cu cazane şi turbine de putere oarecare, numărul de cazane şi respectiv de turbine fiind $n_c = 4$ şi $n_t = 4$

Puterea medie va fi :

$$P_m = \frac{4\,P_t \cdot t_t}{8\,760} \left[\alpha + 3\,(1 - \alpha)\,(\beta - 1)\right].$$

Această relaţie stabilită în baza diagramei puterilor disponibile este valabilă în domeniul stărilor admise în diagramă şi anume :

a) Puterea cazanelor se încadrează în inegalităţile :

$$3\,P_c < 4\,P_t \text{ şi } P_c > P_t, \text{ deci } 1 < \beta < \frac{4}{3};$$

b) Durata disponibilităţii cazanelor permite funcţionarea simultană a 4 cazane, deci : $4\,t_c > 3 \cdot 8\,760$.

De altă parte, avînd $t_c < 8\,760$, diagrama este valabilă în domeniul $\frac{3}{4} < \frac{t_c}{8760} < 1$.

Bibliografie

[1] Sovary Emil: *A method to determinate the most economic relation between boiler and turbine capacities of power plants* (O metodă pentru determinarea raportului celui mai economic între puterea cazanelor şi turbinelor din centralele electrice). Lucrare prezentată la Conferinţa Mondială a Energiei (1950).

[2] Lévai Andras: Böerömüvek. Budapest 1954 (Centralele termoelectrice).

În Editura Tehnică a apărut:

MANUALUL ELECTROENERGETICIANULUI DIN INTREPRINDERILE INDUSTRIALE

de Toma László

Manualul tratează principalele probleme ale construcţiei şi exploatării instalaţiilor electrice din întreprinderile industriale.

Sînt prezentate condiţiile în care funcţionează instalaţiile electrice ale întreprinderilor, schemele de alimentare, reţele de distribuţie de tensiune înaltă şi joasă. De asemenea sînt tratate problemele determinării sarcinilor electrice ale întreprinderilor, îmbunătăţirea factorului de putere, raţionalizarea consumului de energie, măsurarea industrială a puterii şi a energiei, cum şi verificarea instalaţiilor.

In ultima parte sînt tratate probleme privind : Tehnica securităţii muncii şi paza contra incendiilor ; Automatizarea şi comanda centralizată a instalaţiilor de alimentare cu energie electrică a întreprinderilor industriale.

Astfel întocmit, manualul electroenergeticianului reprezintă un îndreptar important pentru activitatea practică a tehnicienilor şi inginerilor. El poate fi folosit şi în învăţămîntul mediu şi superior de specialitate.

Nivel mediu tehnologic
240 pagini, Preţ lei 7,05
exemplarul broşat

Arzătoare de gaze introduse în ambrazurile arzătoarelor de praf de cărbune

Ing. *CONSTANTIN DINULESCU*

La o centrală construită pentru arderea prafului de cărbune de Valea Jiului s-a pus recent problema arderii de însemnate cantităţi de gaze rezultate din exploatarea unor cîmpuri petrolifere învecinate.

Condiţiile problemei au fost :

1. Să se păstreze posibilitatea arderii prafului de cărbune.

2. Să nu se creeze ambrazuri speciale pentru arderea gazelor, ci să se introducă arzătoarele de gaze în ambrazurile existente pentru praful de cărbune.

3. Să nu se aducă nici o modificare supraîncălzitoarelor, pentru ca la funcţionarea pe praf să nu se schimbe supraîncălzirea.

4. În măsura în care va fi posibil, să se menţină reglarea supraîncălzirii prin înclinarea arzătoarelor.

5. Timpul de realizare al lucrării să fie cît mai scurt.

Cărbunele pentru care au fost calculate cazanele avînd un debit nominal de 230 t/h are următoarea compoziţie :
$c=0{,}40$, $h=0{,}033$, $o=0{,}0725$, $s=0{,}02$, $a=0{,}39$, $w=0{,}0845$.

Gazele de sondă disponibile au următoarea compoziţie volumetrică medie : metan 93%, etan 3,9%, propan 2,1%, butan 0,9%, pentan 0,1%.

Densitatea gazelor este 0,613, puterea calorifică inferioară 9 320 kcal/Nm³. Arzătoarele de praf existente în număr de 8, dispuse în 2 etaje pe pereţii laterali, în opoziţie pe diagonale, sînt de tipul cu jet rectiliniu.

Pentru reglarea supraîncălzirii, arzătoarele pot fi înclinate faţă de orizontală cu 20° în jos şi cu 12° în sus.

Tipul de arzător combinat propus de fabrica constructoare a cazanelor este reprezentat în fig. 1 şi constă din 2 colectoare avînd fiecare cîte 3 rînduri de 12 găuri de diametre de 8, 10 şi 12 mm. Direcţia de scurgere a gazelor este perpendiculară pe direcţia de intrare a aerului. După cum se vede din figură, modificarea propusă de fabrică făcea imposibilă arderea prafului şi deci nu respecta prima dintre condiţiile impuse pentru adaptarea noului combustibil. În afară de acest neajuns, tipul de arzător recomandat comportă şi mărirea suprafeţei supraîncălzitorului cu 370 m², pentru menţinerea temperaturii aburului supraîncălzit.

Faţă de acestea, s-a hotărît încercarea unui alt tip de arzător care, prin natura amestecului aer-gaze, să conducă la o flacără cu capacitate de radiaţie şi formă apropiată de aceea a prafului de cărbune.

Arzătorul care s-a încercat şi care de la început a dat bune rezultate este arătat în fig. 2 şi

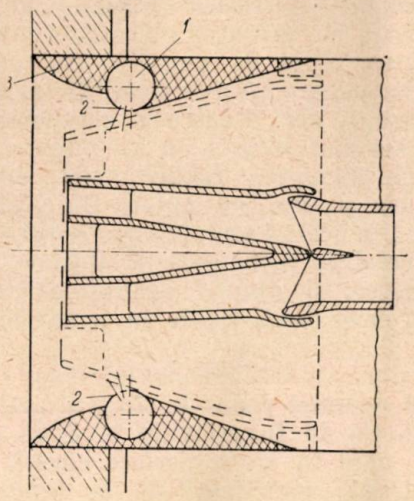


Fig. 1. Arzător combinat de praf de cărbune şi gaze, propus de fabrica constructoare a cazanului :
1 – colector de gaze ; *2* – orificiile de scurgere a gazelor ; *3* – torcret refractar.

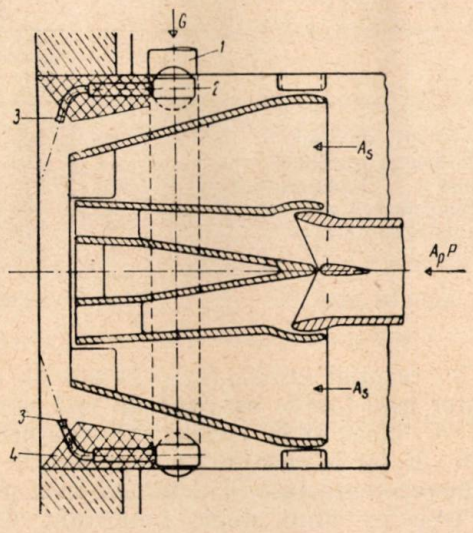


Fig. 2. Arzător combinat de praf de cărbune şi gaze realizat :
1 – conducta de aducere gaze ; *2* – colector gaze ; *3* – ajutaje 2×10 bucăţi ; *4* – torcret refractar ; G – intrare gaze ; A_s – aer secundar ; $A_p^{\rightarrow} P$ – amestecul de aer primar şi de praf.

constă din 2 colectoare orizontale, prevăzute fiecare cu cîte 10 ţevi, ale căror capete pătrund în camera de ardere.

Prin scurgerea gazelor nu în ambrazură, ci direct în cameră, s-a urmărit obținerea următoarelor efecte:

— încălzirea gazelor în absența aerului, pentru favorizarea separării carbonului în stare solidă;

— întîrzierea amestecului cu aerul pentru a împiedica parțial separarea directă a carbonului în oxid de carbon.

Influențînd astfel mecanismul descompunerii moleculelor de gaze și cel de pregătire a fazelor de ardere, este evident că flacăra își pierde parțial caracterul transparent (de culoare albastră-viorie), specific formării directe de oxid de carbon, și capătă în schimb un aspect mai luminos cu radiație mai puternică. Prin îndepărtarea zonei de amestec, se agravează însă într-o oarecare măsură condițiile de amestec dintre gaze și aer. Pentru a compensa acest neajuns, s-a ales soluția cu un număr mic de ajutaje de diametru relativ mare, adică cu vine groase și deci cu putere de pătrundere mai mare; în același timp s-a respectat aproape integral condiția principală de obținere a unui bun amestec, și anume egalitatea energiilor cinetice a celor două fluide în zona de amestec [1].

Dimensionarea arzătoarelor s-a făcut conform calculului rezumat redat la sfîrșitul articolului.

Rezultatele de funcționare la două cazane, din care unul în stare perfect curată, iar al doilea parțial „zgurificat" de la funcționarea anterioară cu praf de cărbune, sînt consemnate în tabela 1, din care se pot trage următoarele concluzii referitoare la supraîncălzire, la calitatea arderii și la aspectul flacării:

Tabela 1

		Cazan parțial zgurificat	Cazan curat
1. Producția de abur	t/h	225	200
2. Parametri abur { presiune	at	110	110
2. Parametri abur { temperatură	°C	510	505
3. Temperatură gaze arse la coș	°C	152	125
4. Analiza gaze arse cu V.T.I. CO_2	%	9,35	9,4
$CO + H_2$	%	0,1	0,12
CH_4	%	—	—
5. Consun de gaze	Nm^3/h	15 250	13 600

a) La cazanul curat, temperatura de supraîncălzire este foarte aproape de cea nominală de 510°C, chiar și la sarcini sub cea nominală de 230 t/h, iar la cazanul cu depuneri de zgură, menținerea temperaturii nominale este posibilă prin trecerea unui debit important de apă (30—70 t/h) prin regulatorul de temperatură.

b) Procentul de nearse $CO + H_2$ este redus și deci amestecul și arderea au loc în condiții satisfăcătoare. La ieșirea din cazan, excesul de aer este de cca 30%.

c) Flacăra la început transparentă devine apoi luminoasă și se termină mult înainte de feston, fără să atingă ecranele.

În privința executării și montajului se dau următoarele detalii:

— pentru a limita dezvoltarea laterală a vinelor de gaz și în același timp pentru a o mări în plan vertical, s-a dat ajutajelor o formă dreptunghiulară $22 \times 8\ mm^2$, ceea ce s-a obținut ușor din țeavă cu $Øi = 19$ mm, încălzită și bătută cu ciocanul;

— din oțel rezistent la foc sînt executate numai curba finală și ajutajul, restul țevilor, ca și colectoarele, fiind protejate prin t rcret refractar;

— limitîndu-se la un minim necesar dimensiunile torcretului protector, s-a păstrat posibilitatea oscilării arzătorului de praf la circa jumătate din unghiul inițial;

— pentru a scurta cît mai mult timpul de oprire a cazanului și de instalare a arzătoarelor, acestea au fost pregătite dinainte, astfel încît montajul lor n-a comportat decît 2 suduri și torcretarea; durata totală de la oprirea cazanului pînă la repunere nu a depășit o săptămînă.

Calculul rezumat al arzătoarelor

1. Debitul de gaz al unui arzător: 2 000 Nm^3/h, respectiv 0,58 m^3/s la 15°C.

2. Debitul de aer cu $q_2/q_1 = 10{,}5 \cdot 1{,}05 = 11$.

$q_2 = 2\,000 \cdot 11 = 22\,000\ Nm^3/h$ sau $14\ m^3/s$ la 350°C.

3. Secțiunea de scurgere a aerului 0,28 m^2

4. Viteza aerului, admițînd că în zona de amestec pătrunde numai 80% din debitul total de aer (restul fiind admis prin tubul de amestec aer-praf).

$$0{,}80 \cdot 14 : 0{,}28 = 40\ m/s.$$

5. Viteza de scurgere a gazului (1)

$$W_1 = 4{,}18 : 40 = 167\ m/s$$

Pentru a nu ajunge la o presiune prea ridicată a gazului se limitează viteza gazului la 150 m/s, căreia îi corespunde o presiune de 900 mm col. apă.

6. Secțiunea de scurgere a gazelor

$$580\,000\ cm^3/s : 15\,000\ cm/s = 38{,}7\ cm^2$$

realizabilă din 2.10 ajutaje.

7. Pătrunderea calculată cu formula Ivanov (2).

$$h = ks \cdot d \cdot \frac{W_1}{W_2} \sqrt{\frac{\gamma_1}{\gamma_2}} = 1{,}5 \cdot 16 \cdot \frac{150}{40} \cdot 1{,}16 = 105\ mm$$

8. Diametrul maxim al vinelor de gaz

$$D = 0{,}75 \cdot h = 78\ mm.$$

Bibliografie

[1] Dinulescu C.: *Sistematizarea și uniformizarea construirii arzătoarelor de gaze.* Energetica 11 (58).

[2] Ivanov I. V.: *Calculul arzătoarelor combinate de gaze și cărbune, cu admiterea centrală și periferică a gazelor.* Teploenerghetika 11 (58).

Un nou procedeu pentru determinarea pierderilor de căldură în încălziri centrale

Ing. *VICTOR COVALLI*

La proiectarea încălzirilor centrale, pentru stabilirea numărului de elemenți de radiator, se face o evaluare a pierderilor de căldură pentru fiecare cameră în parte.

În vederea sistematizării operațiilor se folosește curent un tabel de 19 coloane, recomandat de STAS 1907—52, ce constituie procedeul „clasic" de calcul. În cele ce urmează se propune înlocuirea cu un procedeu nou de calcul.

Lucrarea este completată de o serie de nomograme și considerații cu privire la utilizarea și utilitatea lor.

Noul procedeu folosește aceeași relație pentru transmisia căldurii ($Q = k \cdot \Delta t \cdot S$); aspectul tabelar diferit față de STAS 1907—52 se datorește însă unei considerații algebrice, și anume :

Fie o cameră de dimensiunile L, l, h de calcul.

propagare a căldurii ; să o numim „pierdere direcțională unitară specifică orară" kcal/m.p. și m.l. oră = kcal/m.c. oră ; o pierdere de volum dirijată pe o direcție.

Se observă simetria utilă la dispoziția tabelară a calculului : pierderile spre „stînga" și spre „dreapta", se împart la dimensiunea de la „stînga" spre „dreapta". Asemănător și pentru celelalte direcții.

Pentru a se lua în considerare suplimentul de pierderi prin goluri, se multiplică diferența :

$$k_{gol} - k_{perete} = \Delta k$$

cu suprafața golului și diferența de temperatură

$$\Delta k \cdot \Delta t \cdot S_{gol} = Q_{gol}$$

și se adaugă la Q. Tabelar, noul procedeu are aspectul :

perete	k	Δt	Col 1 × 2	Linia 1+2 3+4 5+6	Dim L l h	Col 4 : 5	Date și calcule
0	1	2	3	4	5	6	7
							Camera nr...t° $L \cdot l \cdot h = V$ $Sr = \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{l} + \frac{1}{h}\right) 2V$ etc.

Afectăm elementele k și Δt de indici astfel :

— pe direcția lungimii : peretele din stînga cu *1*, cel din dreapta cu *2* ;

— pe direcția lățimii : peretele din față cu *3*, cel din spate cu *4* ;

— pe direcția înălțimii : pardoseala cu *5* și plafonul cu *6*.

Cu această convenție stabilită, pierderile de căldură pentru întreaga încăpere — făcînd abstracție deocamdată de existența golurilor — se scriu :

$$Q = (k_1 \cdot \Delta t_1 + k_2 \cdot \Delta t_2) l \cdot h + (k_3 \Delta t_3 + k_4 \Delta t_4) L \cdot h + (k_5 \Delta t_5 + k_6 \Delta t_6) L \cdot h$$

Raportînd la volumul încăperii $V = L \cdot l \cdot h$.

$$Q/V = (k_1 \Delta t_1 + k_2 \Delta t_2) \frac{l \cdot h}{L \cdot l \cdot h} + \ldots \quad \text{sau}$$

$$Q = V \left[\frac{k_1 \Delta t_1 + k_2 \Delta t_2}{L} + \frac{k_3 \Delta t_3 + k_4 \Delta t_4}{l} \right] + \frac{k_5 \Delta t_5 + k_6 \Delta t_6}{h} = V \Sigma$$

în care cu Σ s-a notat suma din paranteză.

Fiecare membru din paranteză se prezintă ca o pierdere pe m.p. de secțiune transversală raportată la dimensiunea camerei pe direcția de

Noutatea procedeului constă în :

— vădita simplificare a calculelor ;

— înlocuirea formală a calculului prin suprafețe prin pierderile globale „de volum" ;

— utilizarea elementului diferență de coeficient de transmisie ; el poate apărea direct tabelar ;

— utilizarea de relații simetrice care permit fie prezentarea sub forma unui tabel cu aspect mai simplu sau utilizarea calculului nomografic.

— Dat fiind că la o construcție marea majoritate a golurilor și a ferestrelor, cu deosebire, este aceeași, odată stabilită diferența de pierderi suplimentare pentru golurile de la o cameră, nu se comite o eroare mare dacă se adaugă pentru toate celelalte camere o cifră globală.

— Diferența de calorii suplimentare prin ușile interioare este neglijabilă, chiar la un calcul riguros, așa că se pot considera ca pierderi suplimentare numai pierderile prin golurile spre exterior.

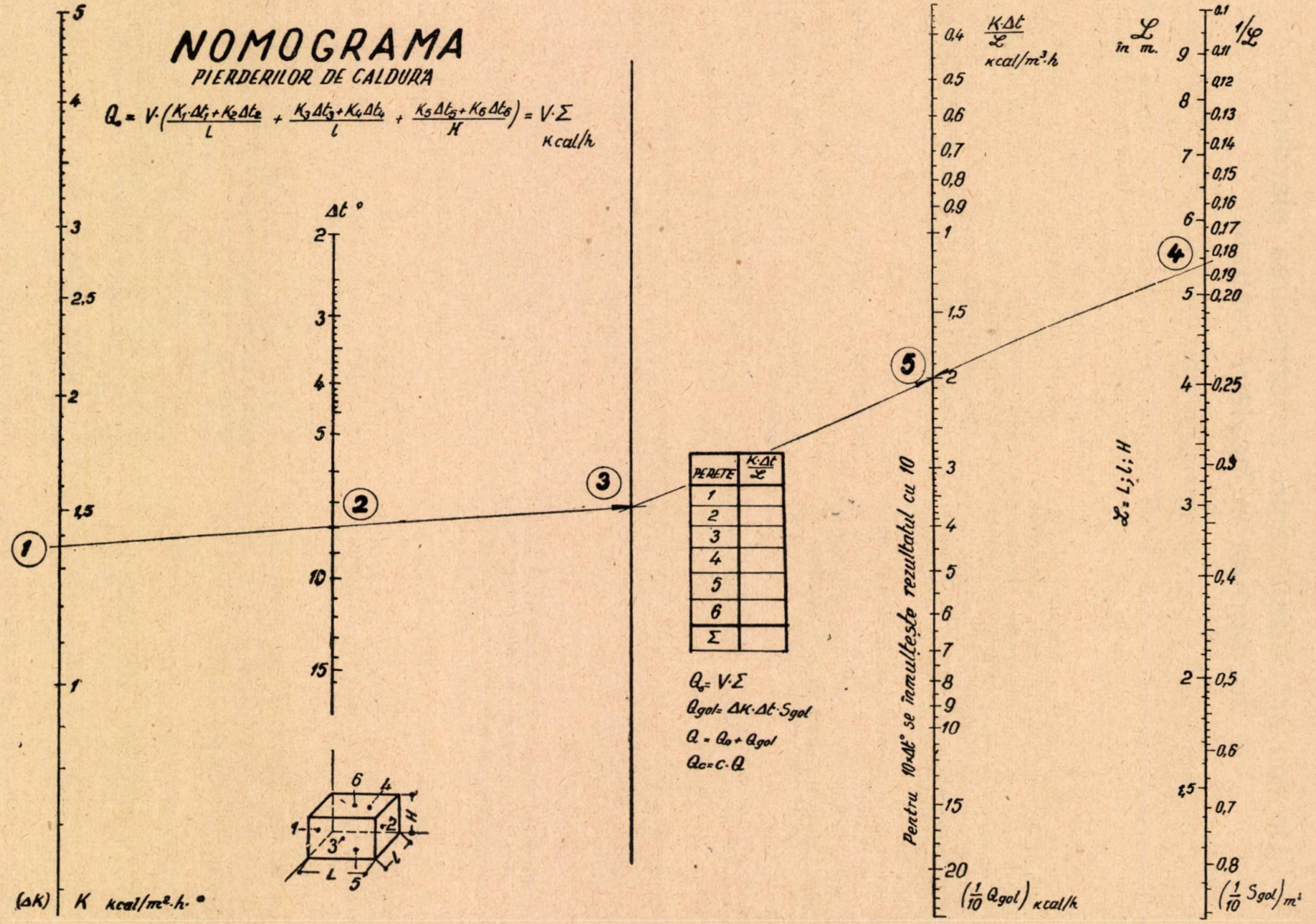
— Pentru utilizarea calculului la o cameră delimitată, ca în fig. 1, se consideră încăperea formată din încăperile delimitate de un perete imaginar, avînd diferența de temperatură nulă, iar calculul se aplică identic.

Nomograma propusă de noi este unică, utilizîndu-se pentru orice nivel de separație.

NOMOGRAMA

PIERDERILOR DE CALDURĂ

$$Q_o = V\cdot\left(\frac{K_1\cdot\Delta t_1 + K_2\Delta t_2}{L} + \frac{K_3\Delta t_3 + K_4\Delta t_4}{l} + \frac{K_5\Delta t_5 + K_6\Delta t_6}{H}\right) = V\cdot\Sigma \quad \text{kcal/h}$$



PEREȚE	$\frac{K\cdot\Delta t}{\mathcal{L}}$
1	
2	
3	
4	
5	
6	
Σ	

$Q_o = V\cdot\Sigma$

$Q_{gol} = \Delta K\cdot\Delta t\cdot S_{gol}$

$Q = Q_o + Q_{gol}$

$Q_c = c\cdot Q$

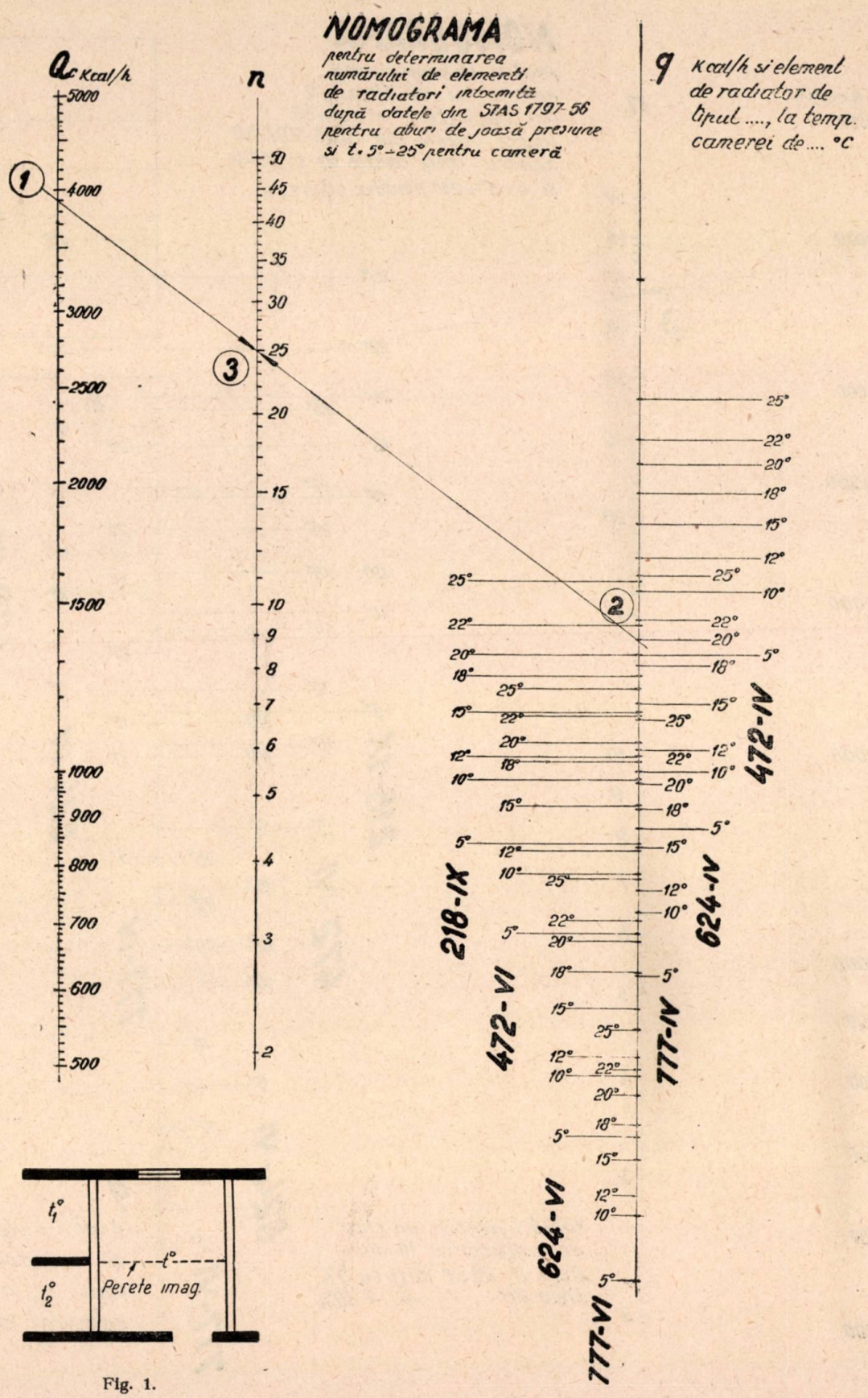
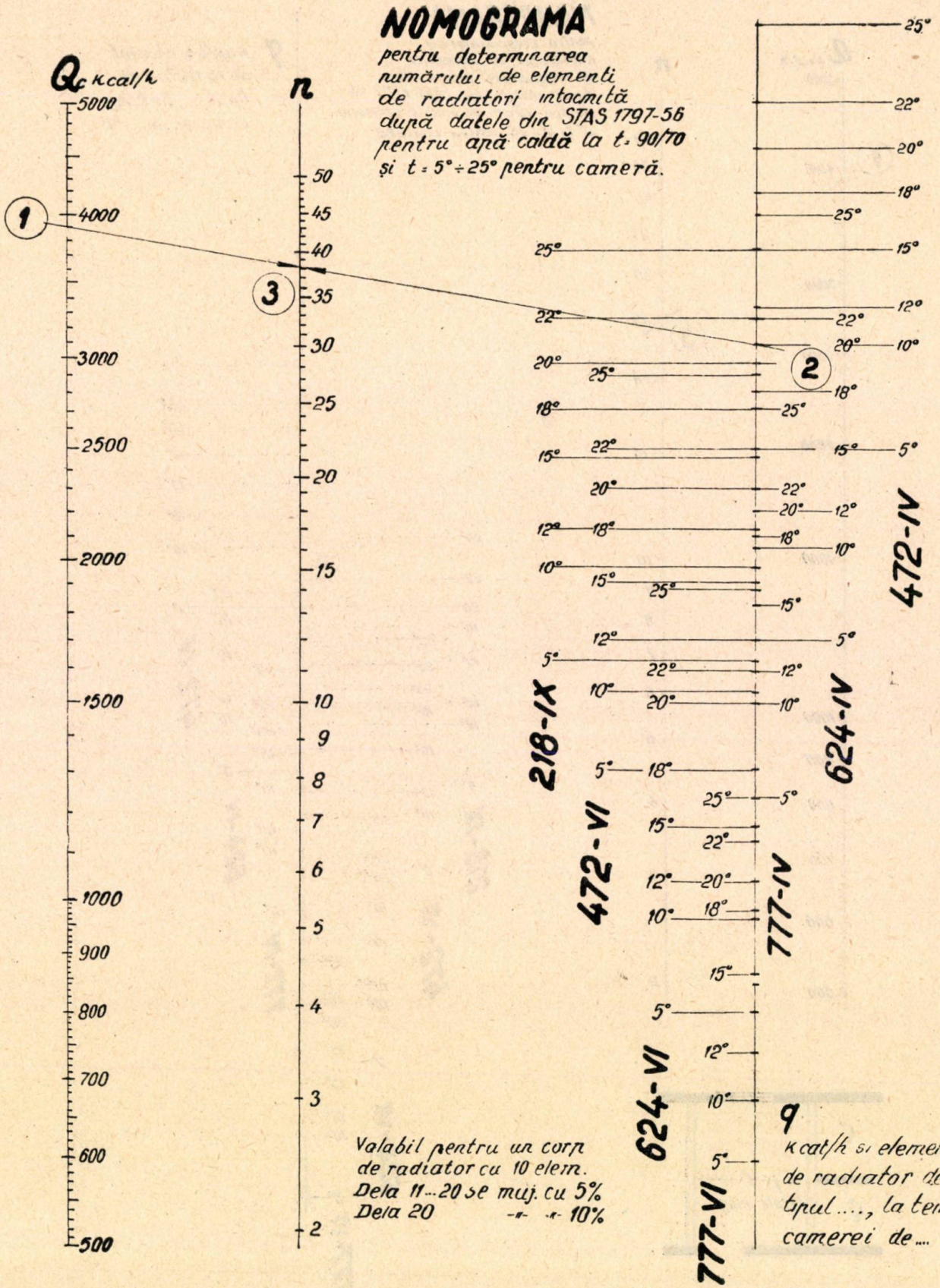

NOMOGRAMA
pentru determinarea numărului de elemenți de radiatori întocmită după datele din STAS 1797-56 pentru aburi de joasă presiune și t. 5°–25° pentru cameră
Qc Kcal/h
n
q Kcal/h și element de radiator de tipul ...., la temp. camerei de .... °C
1
2
3
5000
4000
3000
2500
2000
1500
1000
900
800
700
600
500
50
45
40
35
30
25
20
15
10
9
8
7
6
5
4
3
2
25°
22°
20°
18°
15°
12°
10°
5°
472-IV
218-IX
624-IV
472-VI
777-IV
624-VI
777-VI
$t_1°$
$t_2°$
$t°$
Perete imag.

Fig. 1.

NOMOGRAMA

pentru determinarea numărului de elementi de radiatori intocmită după datele din STAS 1797-56 pentru apă caldă la t = 90/70 și t = 5° ÷ 25° pentru cameră.



Rezolvă două operații : o înmulțire și o împărțire conform formulei : $k \cdot \Delta t/\alpha$ și nu trei operații $k \cdot \Delta t \cdot L \cdot l$; așadar o sursă mai mică de erori. Ultima scară a nomogramei este gradată în valori pentru calculul suprafeței totale la stabilirea coeficientului de adaos după STAS. În completarea calculului nomografic, s-au întocmit și două nomograme pentru determinarea numărului de elemenți de radiator potrivit cu temperatura camerei.

Analiza transformatoarelor hidroenergetice

Prof. dr. ing. DORIN PAVEL

1. Generalități

Centralele hidroelectrice cu acumulare și derivații prin pompare au fost denumite în [1] *transformatoare hidroenergetice* (*The*), ținînd seama de principiul lor de funcționare. Acestea formează una din grupele clasei transformatoarelor hidraulice : *T*-hidrostatice, *T*-hidraulice, *The*-hidroenergetice, *T*-complexe și turbotransmisii.

The este un transformator energetic, care primește la *primar* energia electrică E_p și o transformă la secundar tot în energie electrică $E_t = \eta E_p$, pe baza unui ciclu intermediar complex : hidraulic, pompare și turbinare. Energia primară se preia direct din rețea sau de la o centrală termoelectrică, respectiv de la uzini hidroelectrice pe firul apei sau fluviale, în perioadele cînd consumul E_c este sub disponibilul E_d.

Excedentul de energie $E_p = E_d - E_c$ al cărui preț este scăzut, apare :

— zilnic în orele de noapte și parțial între vîrfuri ;

— săptămînal în zile nelucrătoare ;

— sezonier primăvara la ape mari și mai rar toamna și vara.

Energia de vîrf E_t este produsă în faza de turbinare în orele de vîrf, apoi în zilele lucrătoare, iar sezonier iarna, de aceea are o valoare mult mai mare decît E_p. Cu toate că se pierde în ciclul transformator o energie $(1-\eta)\,E_p$, rezultatul economic și tehnic este favorabil, transformîndu-se o energie depreciată într-una prețioasă de vîrf.

Ciclul primar cuprinde la *The* cu circuit închis procesele de transformare succesive :

— transformatorul electric coboară tensiunea înaltă la aceea a bornelor electromotorului, debitînd $E_e = E_p \eta_{T1}$;

— electromotorul transformă pe E_e în energie mecanică $E_m = E_e \eta_m$ predată arborelui pompei ;

— pompa transformă E_m în energie hidraulică $E_{hp} = E_m\, \eta_p = 0{,}002725\ V_p H_p$, ridicînd volumul V_p cu înălțimea H_p din rezervorul inferior în cel superior ;

— conductele forțate și aducțiunile transportă V_p spre rezervorul înalt la înălțimea brută $H_b = H_p \eta_{hp}$ cu randamentul $\eta_{hp} = \dfrac{1}{1+\dfrac{h_{rp}}{H_b}}$ datorit pierderilor de sarcină h_{rp} la scurgerea spre amonte ;

— rezervorul sau lacul superior înmagazinează V_p pompat și îl reține pînă la ciclul următor al secundarului cu turbinarea ;

Ciclul secundarului cuprinde procesele inverse ca sens, anume :

— rezervorul superior golește V_p (la circuit deschis V_t diferit și mai mare) prin aducțiuni și conducte sub căderea netă $H_t = H_b - h_{rt} = H_b \eta_{ht}$ cu pierderi de sarcină la turbinare h_{rt} și $\eta_{ht} = 1 - \dfrac{h_{rt}}{H_b}$;

— turbina prelucrează energia hidraulică $E_h = 0{,}002725\ V_t h_t$ în energie mecanică la cupla pe arbore $E_{tt} = 0{,}002725\ V_t H_t \eta_t$ (kWh) ;

— generatorul, identic și reversibil cu motorul sincron, transformă energia mecanică E_{tt} în energie electrică la bornele generatorului $E_g = E_{tt}\, \eta_g$;

— transformatorul ridică tensiunea de la bornele generatorului la tensiunea rețelei, realizînd $E_t = E_g\, \eta_{T2}$ încheind ciclul primar și secundar.

La începutul dezvoltării, grupul primar era despărțit de cel secundar, deci erau necesare patru mașini : turbina *T* cu generatorul *G* și pompa *P* cu electromotorul *M*. Ulterior s-a combinat *The* cu un grup unic cu trei mașini : *T*—*P*—*G* (reversibil ca motor). În prezent funcționează cîteva grupuri cu două mașini : *T*-reversibilă ca pompă și *G*-reversibil ca motor sincron.

Aplicarea *The* este utilă sistemelor energetice predominate de producerea prin *CTE* și *UHE* pe firul apei. *The* sînt favorabile cînd :

— sistemul energetic are grafice de sarcină cu vîrfuri și goluri foarte pronunțate ;

[1] *D. Pavel* : Mașini hidr. V. II, p. 570—595.

— sistemele sînt alimentate preponderent prin *CTE* cu abur;

— în sistem nu sînt suficiente centralele regulatoare ale frecvenței;

— funcționează multe *UHE* pe firul apei și fluviale fără acumulare;

— capacitatea lacurilor este mare și stocul natural redus, *The* pompează apă din alte bazine spre lacurile acumulatoare;

— *The* pot fi amplasate aproape de mari consumatori, se încarcă mai uniform rețeaua și se reduc investițiile în transportul energiei;

— sînt necesare rezerve energetice instantanee și de intervenție;

— prețul combustibililor este ridicat și există disponibilități de investiții.

Nu este indicată instalarea de *The* cînd:

— se dispune de suficiente *UHE* cu acumulări gravitaționale;

— combustibilii sînt ieftini și în cantități mari;

— planul investițiilor prevede alte destinări în economia țării;

— curbele de sarcină sînt aplatisate datorită unor măsuri planificate.

2. Clasificarea transformatoarelor hidroenergetice

2.1. După ciclul transformării distingem categoriile:

— *The* cu circuit închis-pur (fig. 1,a);

— *The* cu circuit închis-mixt (fig. 1, b, c);

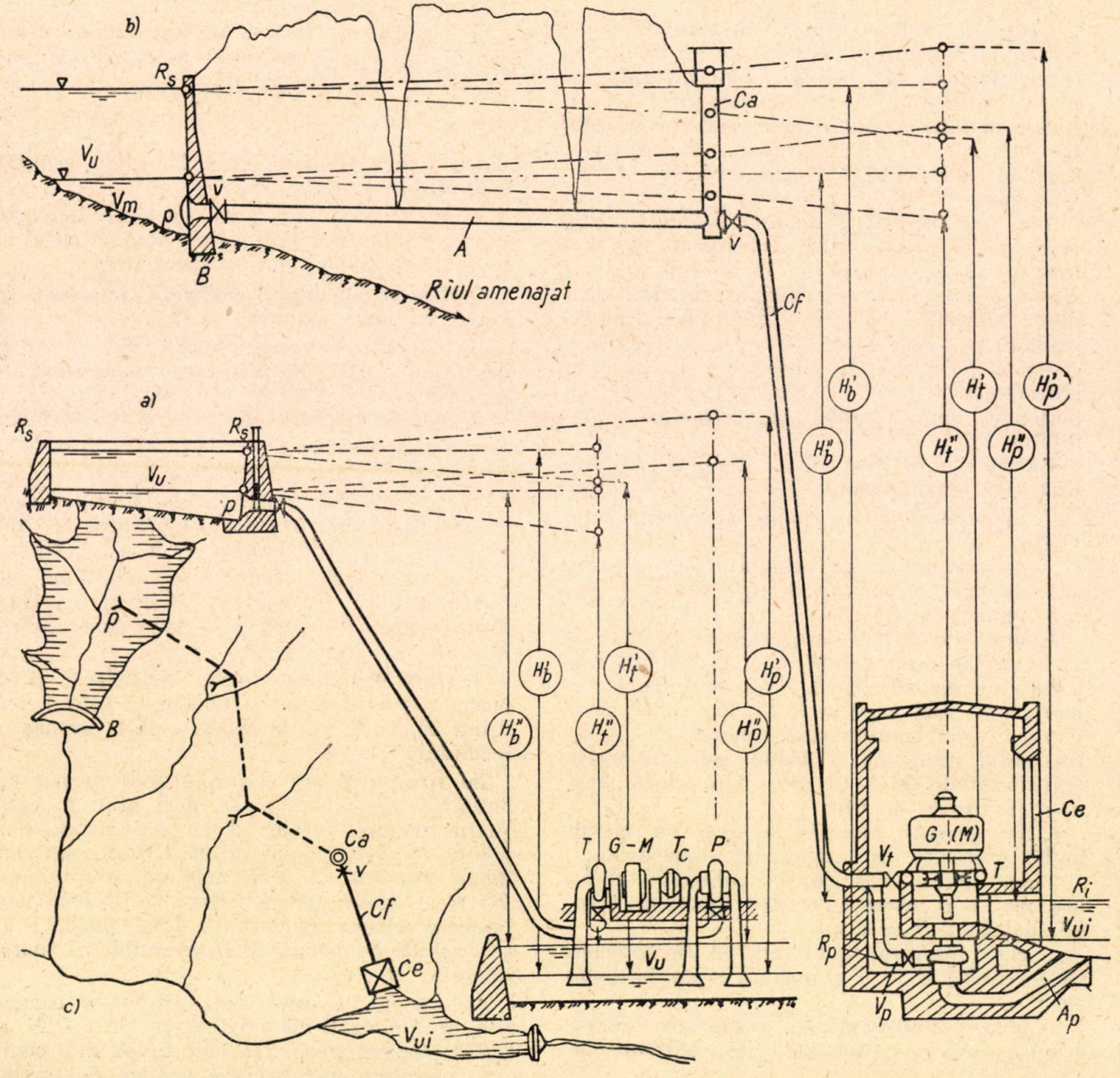


Fig. 1. Transformatoare hidroenergetice cu circuit închis pur (a) și cu circuit închis mixt (b) și (c).

— *The* cu circuit deschis-pur (fig. 2,b);
— *The* cu circuit deschis-mixt (fig. 2, c și d).

2.1.1. Circuitul închis-pur se realizează prin pulsarea aceluiași volum de apă V_u în timpul zilei sau săptămînii, între rezervorul de sus și de jos. Acest tip nu are nevoie de un debit natural, recirculînd același debit, cu împrospătarea pierderilor minime de evaporație și infiltrații. Din fig. 1,a rezultă cele două regimuri de funcționare, anume:

— *ciclul primar* la care pompa P, antrenată de motorul M, ridică V_u de la rezervorul R_i la R_s superior cu $H'_p = H'_b + h_{rp}$ -maxim, respectiv cu $H''_p = H''_b + h_{rp}$ -minim.

— *ciclul secundarului*: turbina T cu generatorul G (identic cu M-reversibil) produce energie de vîrf corespunzînd aceluiași volum V_u, golit din rezervorul R_s spre R_i cu căderea netă la turbinare de $H'_t = H'_b - h_{rt}$ maximă, respectiv $H''_t = H''_b - h_{rt}$ minimă la R_s gol și R_i plin;

2.1.2. Circuitul închis-mixt (fig. 2, b, c) cuprinde o uzină hidroelectrică *UHE* combinată cu *The*, așa că în centrală fiecare grup are $T + P + G(M)$. Deosebirea față de circuitul pur constă în funcționarea mixtă, anume:

— funcționează ca *UHE*, cînd debitele naturale sînt mari;

— funcționează cu *The* cu debite pompate din R_i spre R_s, cînd debitele naturale sînt insuficiente în lacul superior, dar suficiente în cel inferior, alimentat de bazine suplimentare, debitînd apoi în orele de vîrf energia produsă la secundar. Față de *UHE* clasică cea echipată cu *The* produce puteri și energii la secundar mult mai mari.

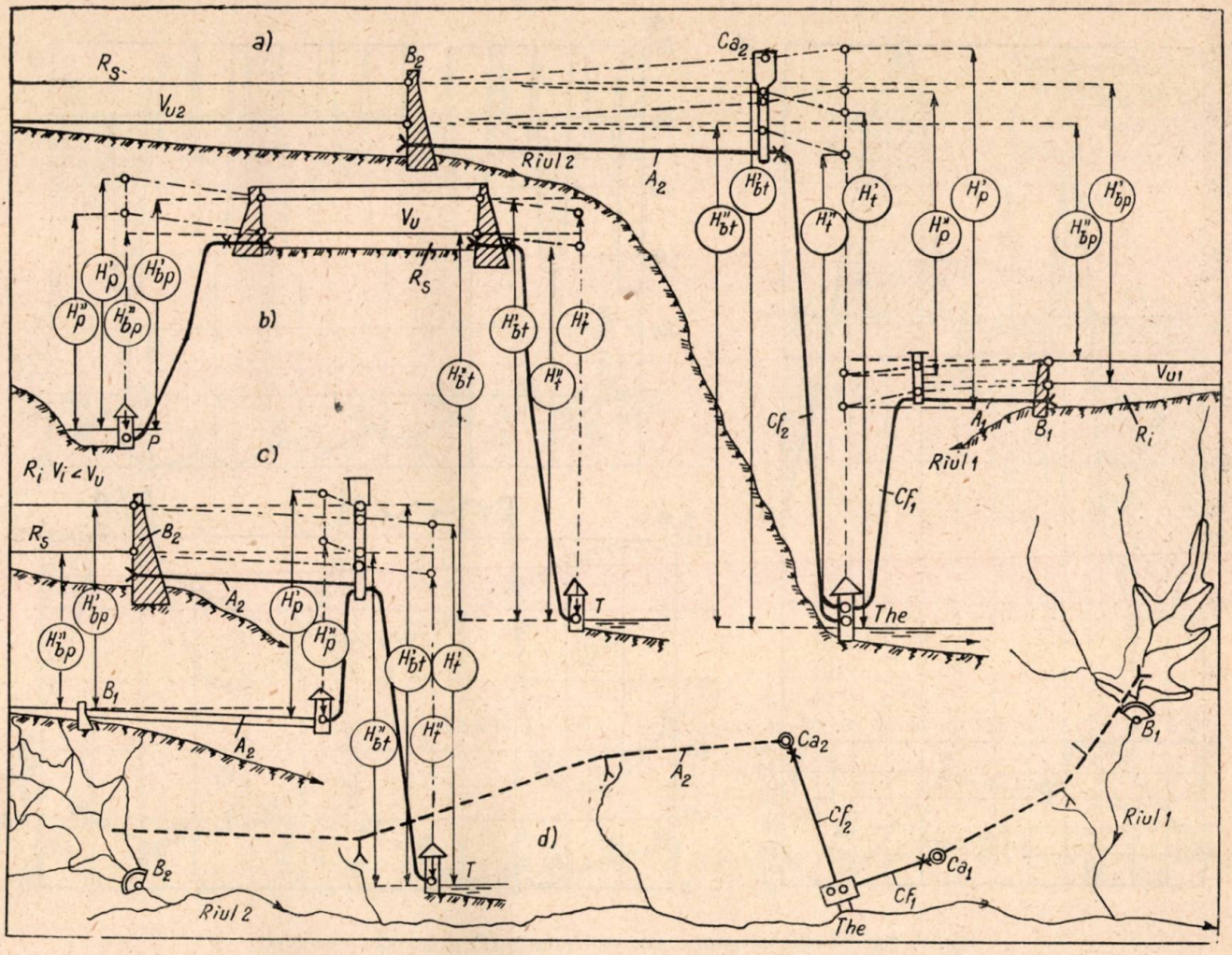


Fig. 2. *The* cu circuit deschis pur (b) și cu circuit deschis mixt (a c și d)

2.1.3. The cu circuit deschis-pur (fig. 2,b) este caracterizat prin separarea primarului de secundar, prin căderi $H_p << H_t$ esențial mai mici decît la turbinare H_t și cu retenția concentrată în rezervorul superior R_s (la circuitul închis este invers $H_p > H_t$).

2.1.4. The cu circuit deschis-mixt (fig. 2,a și d) are grupuri electrogene aparținînd unei *UHE* și separat, dar în aceeași sală de mașini, grupurile *The*. Astfel ansamblul are puteri instalate și energii mai mari decît *UHE*. În variantă (fig. 2, c), primarul cu $P + M$

este în spațiu separat de secundarul cu $T + G$. Debitele refulate de primar intră în sistem în castelul de echilibru comun.

2.2. După mărimea retenției distingem *The* cu :

2.2.1. Retenția zilnică (fig. 3,a), care se aplică mai ales la *The* cu circuit închis-pur branșat pe rețeaua de transport sau combinat cu *CTE*. În loc să fie dimensionată *CTE* la 100% putere de vîrf, cînd funcționează izolat, ea va avea puterea de 61,3% și din ea se preiau energiile excedentare $E_{11} + E_{12} + E_{13}$ cu care primarul pompează volumele de apă $V_u = V_{11} + V_{12} + V_{13}$ spre rezervorul superior R_s. În faza de turbinare secundarul, golind același V_u spre R_i, va produce energiile de vîrf $E_{21} + E_{22}$, respectînd bilanțul energetic $E_{21} + E_{22} = \eta\ (E_{11} + E_{12} + E_{13})$, calculînd în fig. 3 cu randamentul global $\eta = 0{,}6$ (la *The* mari și moderne s-a depășit 0,73). Puterea primarului este de 0,433 și a secundarului de 0,387 P_i.

2.2.2. Retenția săptămînală (fig. 3,b) asigură totodată și pe aceea zilnică, avînd capacitatea lacului V_s mai mare decît V_u -zilnic. Circuitul este închis sau deschis. Energia excedentară din zilele nelucrătoare E_p servește primarului, secundarul predînd $E_t = \eta\ E_p$ în zilele lucrătoare.

2.2.3. Retenția sezonieră se întîlnește mai ales la *The* cu circuit închis-pur și circuit deschis-mixt, extinzîndu-se compensația pe 3—6 luni.

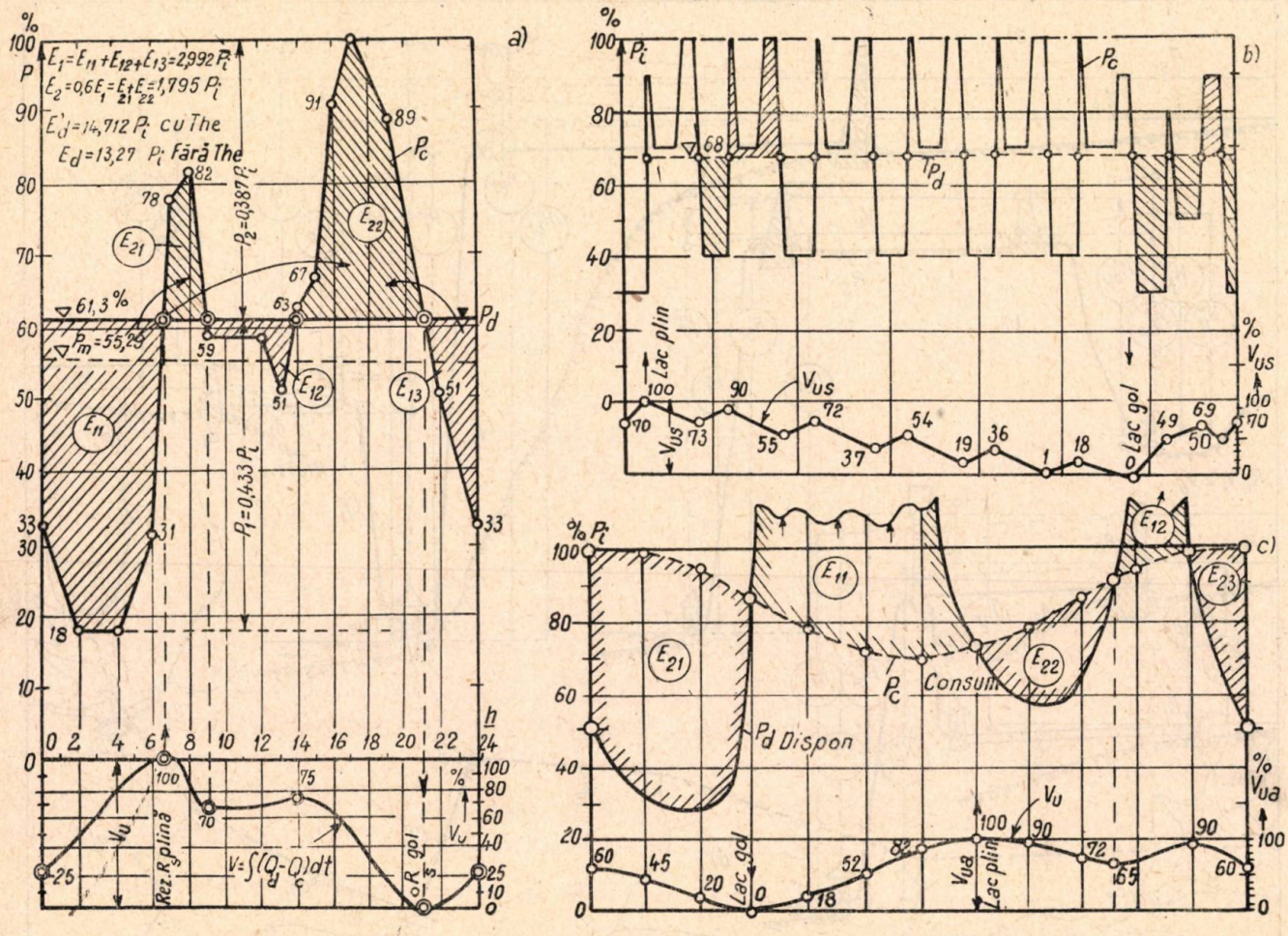


Fig. 3. *The* cu retenție zilnică (a), săptămînală (b) și sezonier-anuală (c).

2.2.4. Retenția anuală (fig. 3,c) decalează energii excedentare de primăvară și toamnă pentru nevoile consumului de vîrf de iarnă și mai puțin de vară. Prin combinarea acestor *The* cu *UHE* clasice se sporesc puterea și energia de iarnă.

2.3. După originea energiei primare, se disting următoarele categorii :

2.3.1. The alimentate direct din rețea se pretează numai la circuit închis-pur ;

2.3.2. The alimentate direct de *CTE* sau atomoelectrice au de asemenea circuit închis pur ;

2.3.3. The alimentate de *UHE* pe firul apei, cu circuit închis-pur sau mixt ;

2.3.4. The alimentate de uzini fluviale, analog ca la 2.3.3. ;

2.3.5. The alimentate de *UHE* cu acumulare, în scopul măririi stocului de apă prin pompare din alte bazine, este mai frecvent de tipul cu circuit deschis.

2.4. Clasificarea după tipul grupurilor.

2.4.1. Grupuri separate avem la *The* cu circuit deschis (fig. 2, a—d), primarul $P+M$ fiind separat de secundarul $T+G$.

2.4.2. Grupurile cu *3*-maşini $T+P+G\,(M)$ sînt caracteristice la circuit închis pur şi închis-mixt, fiind investiţia mai mică decît la *2.4.1.*

2.4.3. Grupurile cu două maşini, cuprinzînd T (reversibil ca P) şi G (reversibil ca M), realizează economii la investiţii de 30%, în schimb au randamentul global cu 3. . .4% sub acela al grupului cu 3 maşini.

2.4.4. Grupuri cu ax orizontal, respectiv vertical se aleg în funcţie de puterea unitară, de contrapresiune sau aspiraţie şi de condiţiile locale.

2.5. Clasificarea după tipul construcţiilor.

2.5.1. După felul realizării rezervoarelor, distingem cazurile:

— rezervor artificial, construit pe platouri, la circuit închis (fig. 1,a, 2,b);

— rezervorul constituit din lacul cu retenţie zilnic-săptămînală al unei uzini hidroelectrice clasice (fig. 1,b 2,a şi 2,c);

— rezervorul constituit din lacul sezonier $\alpha = 0{,}1 \ldots 0{,}2$ sau anual $\alpha = 0{,}3 \ldots 0{,}5$, construite prin baraje înalte pentru *UHE.*

2.5.2. Aducţiunile şi conductele forţate compun diferite scheme:

— schema cu două rezervoare egale şi conductă forţată comună (fig. 1,a);

— schema cu rezervoare inegale şi conducte separate (fig. 2, a);

— schema cu aducţiuni şi conducte forţate ca la *UHE*-clasice (fig. 1,b 2,c 2,d);

— scheme complexe în cazuri speciale a *The* combinate cu *UHE* complexe.

2.6. Clasificarea după mărimea parametrilor de bază.

2.6.1. După cădere avem *The* cu:

— cădere joasă $H < 60$ m, cu pompe elicoidale şi turbine Kaplan;

— cădere mică $H = 60 \ldots 200$ m cu pompe monoetajate şi turbine Francis;

— cădere mijlocie $H = 200 \cdots 400$ m, cu pompe bietajate şi T-Francis;

— cădere mare $H = 400 \cdots 1\,200$ m cu pompe polietajate şi turbine Pelton. Cu cît creşte căderea cu atît scad gabaritele şi costul grupurilor.

2.6.2. După debitul unitar distingem *The* cu pompe cu:

— simplu flux la debite sub 10 m³/s şi grup, la pompe centrifuge;

— dublu flux la debite mai mari, pînă la 30 m³/s şi grup;

— pompe elicoidale cu simplu flux, la debite de $50 \cdots 200$ m³/s şi grup.

2.6.3. După puterea unitară distingem *The* cu:

— puteri mici, sub 5 000 kW/grup;

— puteri mijlocii, cu 5 000 la 20 000 kW/grup;

— puteri mari, peste 20 000 (s-au construit pînă la 75 000) kW/grup.

3. Funcţionarea la diferite retenţii şi curbe de consum

3.1. The cu retenţie zilnică şi circuit închis-pur

Acest caz (fig. 1,a) se întîlneşte la branşarea *The* la reţea sau *CTE* şi mai rar la combinarea cu *UHE* pe firul apei sau fluviale. Volumul util V_u este identic în ambele rezervoare şi foarte mic faţă de stocul anual.

Funcţionarea se ilustrează prin fig. 3,a pentru o zi de iarnă cu consum maxim, puterea fiind reprezentată în % din P_i -instalat. Acoperirea curbei de sarcină (fig. 3,a) numai de termocentrală, variind încărcarea între 18 şi 100%, este neeconomică, prin consum de combustibili sporit şi uzura instalaţiilor. Fiind $P_m = 0{,}5529\ P_i$, cu factorul de utilizare $u = 0{,}5529$, *CTE* consumă $c = 3\,500 + \frac{376}{u} = 4\,180$ kcal/kWh.

Aplicînd *The*, puterea disponibilă $P_d = 0{,}613\ P_i$ debitată constant de *CTE*, cu $u_d = 1$, micşorează consumul specific la $c_d = 3876$, cu $-7{,}3\%$ sub $c = 4\,180$ din cazul precedent şi puterea *CTE* scade la $P_{id} = P_d = 0{,}613\ P_i$, deci cu $-\ 38{,}7\%$. Energia excedentară (fig. 3,a) $E_p = E_{11} + E_{12} + E_{13} = 2{,}992\ P_i$ este preluată de primar şi transformată în energie hidraulică, iar în orele de vîrf secundarul produce:

$$E_l = 0{,}002725\ V_u\ H_{tm}\ \eta_{tm} = E_{21} + E_{22} = 1{,}795\ P_i.$$

Întregul ciclu $E_l = \eta_m\ E_p$ s-a calculat în fig. 3,a cu $\eta_m = \eta_{pm}\ \eta_{tm} = 0{,}6$.

Transformînd puterile instantanee în debite disponibile Q_d şi consumate Q variabile cu timpul, se obţine volumul în lacul superior

$$V = \int_0^T (Q_d - Q_c)\ \mathrm{d}t = F(t)$$

cu $V_{u\,max} = 100\%$ la ora 6,5 şi $V_{u\,min} = 0$ la ora 21. Jocul volumelor în lacul inferior este invers. Primarul *The* se dimensionează la $P_p = 0{,}433\ P_i$, iar secundarul la $P_t = 0{,}387\ P_i = 0{,}894\ P_p$, fiind la alte curbe de consum valabile alte P_p şi P_t.

Fig. 1,a este valabilă şi la *The* branşat pe reţea, în randamentul global intră însă η_{Tp} şi η_{Tt} al transformatorului de tensiune înaltă.

Considerînd consumul mediu 0,85 din acela al zilei maxime de iarnă, volumul pulsat anual va fi $V_a = 0{,}85 \cdot 365\ V_u \sim 310\ V_u$.

3.2. The cu retenție săptămînală și circuit închis

În fig. 3,b curba de consum de iarnă $P_c = f(t)$ arată puteri mai mari în zilele lucrătoare, așa că prin energia excedentară din zile de sărbători se pompează volumul săptămînal V_{us} spre rezervorul superior, care este plin luni la ora 6 și gol sîmbătă la ora 21. *The* funcționează simultan și cu retenția zilnică, cum se vede din pulsația fig. 3,b. Pe an volumul pulsat însumează $V_a = 46{,}8\ V_{us}$, fiind în exemplul calculat $V_{us} = 2{,}86\ V_u$

3.3. The cu retenție sezonieră sau anuală

Acest tip se aplică aproape exclusiv la *The* combinat cu *UHE*, care au lacuri disproporționat de mari față de stocul natural anual. Cu energia sezonieră excedentară se pompează apa spre rezervorul superior, iar în faza de turbinare se produce energie prețioasă de iarnă. În fig. 3,c se arată energia excedentară $E_p = E_{11} + E_{12}$ care se transformă, cu randamentul mediu 0,6, în energie de iarnă $E_{21} + E_{23}$ și o mică parte în energie de vîrf de vară E_{22}, după balanța $E_t = 0{,}6\ E_p = E_{21} + E_{22} + E_{23}$.

Retențiunea rezultă din integrarea (fig. 3,c -jos), cu $V_{ua} = 100\ \%$ la 31 iulie și $V_u = 0$ cu lacul gol la 31 martie. În cazul circuitului deschis intervine, pe lîngă retenția naturală V_u și aceea realizată prin *The* cu cota $xV_{ua} < V_u$ în funcție de H_p =pompare în raport cu H_t -turbinare.

4. Analiza dezvoltării *The*

În tabelele 1 ··· 4 am colectat parametrii pentru 88 *The* totalizînd $\Sigma P_g = 5\,392$ MW la generare și $\Sigma P_e = 4163$ MW la bornele electromotoarelor.

4.1. Dezvoltarea puterii unitare

Primele *The* au apărut în 1904 și s-au dezvoltat cum arată fig. 4,a, pentru cele 88 *The* studiate. Puterile unitare P_p/m_p și P_t/m_t, la *The* cu m_p-pompe și m_t-turbine, au crescut, pînă în

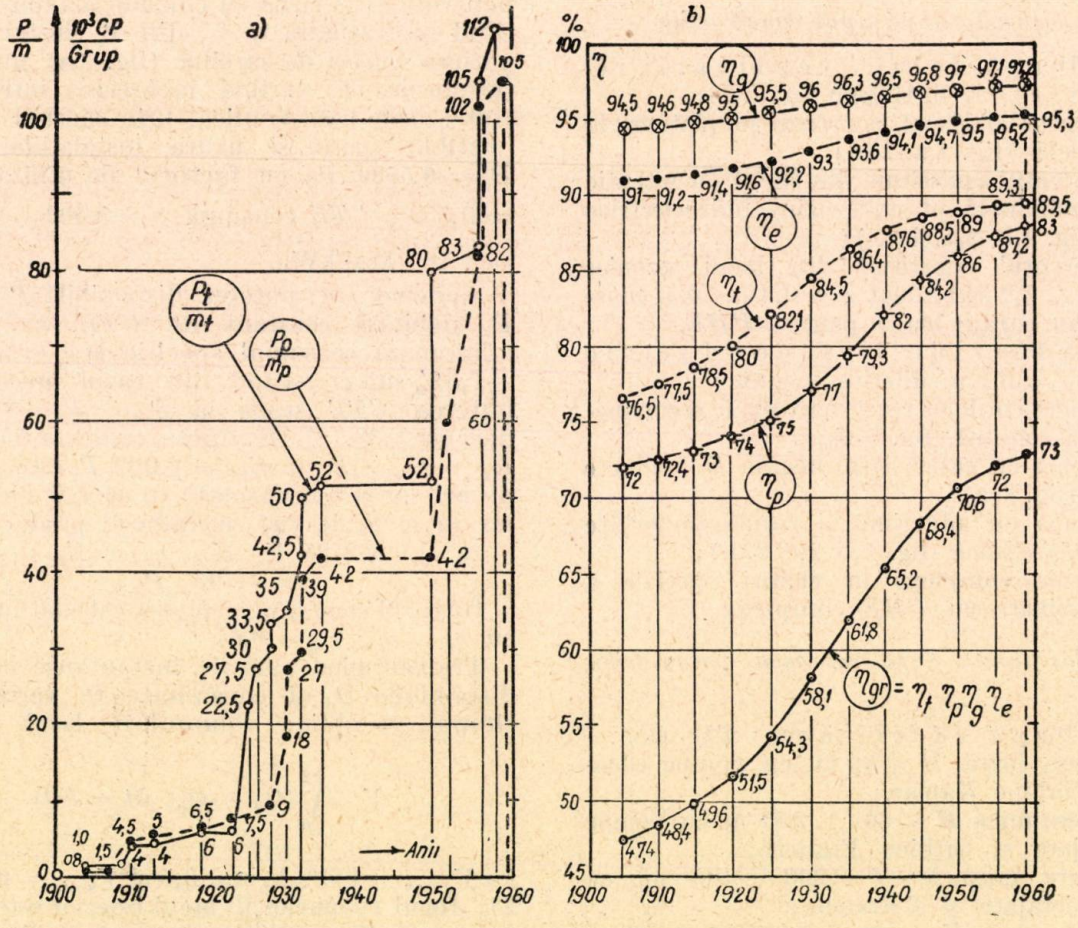


Fig. 4. Dezvoltarea puterii per grup (*a*) și a randamentelor (*b*).

1959 la 112 000 CP/turbină și 105 000 CP/pompă.

În perioade de creștere a prețului combustibililor a fost favorizată instalarea de *The*

Transformatoare hidroenergetice cu circuit închis şi retenţie zilnic — săptămânală. *Tabela 1*

Nr. crt	The	Ţara	An expl.	H_t' H_t'' (m)	$\frac{Q_t'}{m_t}$ $\frac{Q_t''}{m_t}$ ($m^3/s.gr$)	$m_t \times (P_t' - P_t'')$ (grup × CP)	n_t $\frac{rot.}{min.}$	H_p' H_p'' (m)	$\frac{Q_p'}{m_p}$ $\frac{Q_p''}{m_p}$ ($m^3/s.gr$)	$m_p \times (P_p' - P_p'')$ (grup × CP)	V_u ($10^6 m^3$)	E_a (GWh)	P_g (MW)	$T_a = \frac{E_a}{P_g}$ (h)	P_e (MW)	$\frac{P_g}{P_e}$	$\frac{H_t'}{H_p'}$ $\frac{H_t''}{H_p''}$	$\frac{\Sigma Q_t'}{\Sigma Q_p'}$ $\frac{\Sigma Q_t''}{\Sigma Q_p''}$	η_t' η_t''	η_p' η_p''	η_g	η_e	η_c' η_c''
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	RUPPOLDING	ELVEŢIA	1904 1927	327 - 285	0,35 - 0,32 0,55 - 0,50	1(1200 - 1000) 1(1960 - 1560)	1000 1000	349 - 325	0,11 - 0,133 0,40 - 0,458	1(730 - 800) 1(2540 - 2700)	0,012	0,008	2,2	3,64	2,8	0,75	0,937 - 0,908	1,77 - 1,39	0,805 - 0,794	0,726 - 0,742	0,946	0,918	0,508 - 0,512
2	SCHAFFHAUSEN	"	1907 1909	147 - 137	0,65 - 0,63	2(1000 - 900)	1000	161 - 150	0,145 - 0,165 0,305 - 0,355	1(430 - 465) 2(920 - 1000)	0,075	0,02	1,4	14,30	1,17	1,197	0,912 - 0,913	1,72 - 1,44	0,784 - 0,782	0,716 - 0,710	0,950	0,920	0,491 - 0,485
3	NECKARTÄNZL.	GERMANIA	1915	120 - 110	0,41 - 0,46	1(600 - 530)	1500	126 - 116	0,135 - 0,150 0,095 - 0,104	1(300 - 320) 1(200 - 220)	0,0161	0,0025	0,42	5,95	0,43	0,977	0,952 - 0,948	0,96 - 0,852	0,781 - 0,786	0,766 - 0,728	0,952	0,922	0,525 - 0,502
4	FRIEDINGEN	"	1923	164 - 156	0,43 - 0,42	3(750 - 700)	1000	178 - 168	0,20 - 0,21	3(610 - 620)	0,032	0,01	1,58	6,33	1,47	1,075	0,932 - 0,928	2,15 - 2,0	0,799 - 0,802	0,769 - 0,758	0,955	0,930	0,546 - 0,540
5	ZWERIBACH	"	1925	477 - 468	0,246 - 0,243	2(1250 - 1210)	1000	500 - 490	0,11 - 0,12	1(960 - 1035)	0,0065	0,006	1,76	3,41	0,82	2,15	0,954 - 0,955	4,47 - 4,05	0,800 - 0,798	0,764 - 0,757	0,957	0,929	0,544 - 0,538
6	REUTLINGEN II	"	1927	123 - 109	1,52 - 1,44	1(2000 - 1680)	1000	135 - 120	0,62 - 0,72	1(620 - 720)	0,30	0,06	1,40	42,9	1,2	1,167	0,911 - 0,908	2,45 - 2,00	0,802 - 0,803	0,770 - 0,768	0,952	0,919	0,541 - 0,539
7	MITTWEIDA	"	1928	115 - 105	0,61 - 0,58 1,22 - 1,16	1(750 - 650) 1(1500 - 1300)	1500	120 - 110	0,164 - 0,19 0,358 - 0,41	1(340 - 360) 1(740 - 780)	0,13	0,03	1,58	19,0	0,91	1,735	0,958 - 0,954	3,51 - 2,90	0,803 - 0,800	0,773 - 0,771	0,954	0,922	0,545 - 0,542
8	MERKENBACH	"	1930	138 - 128	0,773 - 0,744	2(1160 - 1030)	1000	151 - 140	0,62 - 0,678	1(1600 - 1620)	0,025	0,0065	0,82	7,93	1,28	0,64	0,913 - 0,914	2,50 - 2,20	0,815 - 0,810	0,780 - 0,780	0,961	0,930	0,569 - 0,565
9	NIEDERWARTHA	"	1930	143,3 - 120,8	18,5 - 17	4(30300 - 23000)	375	154,3 - 138,3	8,9 - 12,3	4(23000 - 27000)	1,90	0,56	86,0	6,51	84,4	1,02	0,928 - 0,922	2,08 - 1,38	0,858 - 0,840	0,795 - 0,795	0,964	0,940	0,618 - 0,605
10	HERDECKE	"	1932	163 - 145	26,3 - 24,8	4(50000 - 42000)	300	171 - 152	12,5 - 15,6	4(35800 - 39400)	1,80	0,53	142,0	3,73	122,8	1,155	0,953 - 0,954	2,10 - 1,59	0,875 - 0,876	0,796 - 0,802	0,964	0,944	0,634 - 0,639
11	WALDECK	"	1932	300 - 275	12,1 - 12	4(42200 - 38200)	500	308 - 285	5,5 - 6,2	4(28200 - 29500)	0,76	0,50	120,0	4,17	87,0	1,38	0,973 - 0,965	2,20 - 1,94	0,872 - 0,868	0,800 - 0,798	0,965	0,953	0,643 - 0,638
12	WALDENAU	"	1935	9 - 8	14,3 - 12,2 55,0 - 47	1(1500 - 1130) 1(5800 - 4370)	250 125	10 - 8,75	5,9 - 7,9	1(1050 - 1200)	1,353	0,0306	5,16	5,93	0,93	6,38	0,900 - 0,914	11,75 - 7,50	0,878 - 0,871	0,775 - 0,768	0,968	0,948	0,623 - 0,615
13	BALDENEY	"	1934	9 - 7,9	14,6 - 12,8 56 - 49,4	1(1500 - 1150) 2(5800 - 4500)	250 125	10 - 8,75	6,0 - 7,9	1(1050 - 1200	7,0	0,135	9,2	14,7	0,93	9,9	0,900 - 0,903	21,1 - 14,14	0,862 - 0,863	0,761 - 0,768	0,955	0,948	0,594 - 0,601
14	HAERRSERN	"	1936	200 - 190	20,8 - 20,3	4(49000 - 45600)	600	220 - 210	7,1 - 8,1	4(26000 - 28000)	1,9	0,84	140,0	6,0	86,0	1,628	0,909 - 0,904	2,93 - 2,54	0,884 - 0,886	0,800 - 0,800	0,970	0,957	0,657 - 0,658
15	WITZNAU	"	1950	248 - 240	27,3 - 26,4	4(80000 - 75000)	600	273 - 266	8,86 - 9,34	4(38000 - 39000)	2,20	1,20	228,0	5,26	120,0	1,90	0,908 - 0,902	3,08 - 2,82	0,887 - 0,888	0,847 - 0,849	0,969	0,956	0,698 - 0,698
16	WALDSHUT	"	1955	148 - 142	34,2 - 33	4(60000 - 55000)	600	163 - 158	8,60 - 9,68	4(22000 - 24000)	2,15	0,704	170,0	4,14	74,0	2,31	0,908 - 0,899	3,98 - 3,41	0,890 - 0,882	0,850 - 0,850	0,963	0,954	0,696 - 0,690
17	REISACH	"	1950	186 - 166	21,5 - 20,5	2(47000 - 40000)	333	190 - 170	12,4 - 14,1	2(37000 - 37500)	1,50	0,58	67,0	8,66	57,6	1,164	0,979 - 0,976	1,733 - 1,454	0,882 - 0,881	0,848 - 0,852	0,969	0,958	0,695 - 0,697
18	GERSTHACHT	"	1957	88 - 70	47,8 - 42,7	3(50000 - 35600)	214,3	92 - 76,9	25,5 - 37,3	3(36000 - 44000)	3,30	0,60	106,0	5,66	102,0	1,04	0,956 - 0,910	1,872 - 1,145	0,891 - 0,893	0,870 - 0,869	0,962	0,951	0,709 - 0,710
19	CLENEZZO	ITALIA	1909	430 - 410	0,18 - 0,17 0,33 - 0,325	1(785 - 740) 1(1500 - 1420)	1000 600	448 - 430	0,09 - 0,097 0,144 - 0,156	2(750 - 785) 1(1150 - 1200)	0,0085	0,0075	1,6	4,68	2,22	0,72	0,960 - 0,954	1,575 - 1,438	0,783 - 0,785	0,729 - 0,724	0,952	0,918	0,499 - 0,498
20	FUNGHERA	"	1910	144 - 126	2,7 - 2,5	2(4000 - 3250)	1000	154 - 134	1,4 - 1,73	1(4000 - 4300)	0,05	0,014	5,6	2,5	3,44	1,63	0,935 - 0,940	3,86 - 2,89	0,772 - 0,774	0,719 - 0,718	0,952	0,920	0,486 - 0,488
21	VIVERONE	"	1913	150 - 134	2,57 - 2,42	4(4000 - 3400)	750	156 - 142	1,31 - 1,75 0,355 - 0,445 0,71 - 0,75	2(4000 - 4500) 1(1100 - 1250) 2(1800 - 2000)	0,30	0,085	11,2	7,59	11,4	0,982	0,962 - 0,944	2,34 - 2,09	0,778 - 0,785	0,720 - 0,723	0,952	0,919	0,491 - 0,497
22	CHEVENOZ	FRANŢA	1909	385 - 377	0,18 - 0,177	1(700 - 670)	600	405 - 396	0,075 - 0,085	1(550 - 600)	0,01	0,008	0,49	16,3	0,48	1,02	0,950 - 0,944	2,40 - 2,08	0,757 - 0,760	0,736 - 0,747	0,950	0,918	0,487 - 0,496
23	MUNSTER	"	1923	389 - 378	0,50 - 0,49	3(2100 - 2000)	1000	417 - 405	0,21 - 0,23 0,047 - 0,053 0,075 - 0,085	1(1600 - 1740) 2(360 - 400) 1(580 - 640)	0,018	0,014	4,43	3,16	2,52	1,76	0,932 - 0,934	3,96 - 3,49	0,809 - 0,810	0,727 - 0,715	0,956	0,930	0,522 - 0,515
24	LAC NOIR	"	1933	128 - 90	27 - 23,2	4(40000 - 24000)	272,7	135 - 95	7,2 - 10,5 11,3 - 16,6	1(16000 - 17000) 3(25600 - 27000)	1,40	0,36	112,0	3,21	77,0	1,455	0,948 - 0,947	2,63 - 1,54	0,868 - 0,862	0,797 - 0,780	0,952	0,935	0,616 - 0,599
25	MILL CREEK	SUA	1913	314 - 300	0,40 - 0,39	1(1300 - 1220)	600	340 - 320	0,13 - 0,19	1(810 - 1100)	0,0085	0,005	0,9	5,56	0,88	1,022	0,924 - 0,938	3,07 - 2,05	0,776 - 0,783	0,728 - 0,737	0,942	0,918	0,489 - 0,499
26	DĚIHOV	POLONIA	1936	29,5 - 23,5	107 - 95,0	2(31000 - 26000)	187,5	32 - 25,5	12,7 - 15,0	2(6900 - 6550)	3,6	0,205	52,0	3,94	11,0	4,73	0,922 - 0,921	8,42 - 6,33	0,878 - 0,872	0,785 - 0,778	0,956	0,942	0,621 - 0,661
27	STECHOVIČE	ČSR	1946	216 - 200	11,8 - 11,3	2(30000 - 26300)	375	240 - 215	6,6 - 7,0	2(25000 - 24000)	0,5	0,24	42,6	5,63	39,0	1,093	0,900 - 0,930	1,79 - 1,615	0,882 - 0,874	0,844 - 0,835	0,966	0,942	0,678 - 0,657
28	VIANDEN	LUXEMB.	1958	280 - 272	33,7 - 33,3	4(112000 - 107600)	428,6	303 - 296	15,2 - 18,1	4(70000 - 82350	2,3	1,48	320,0	4,63	256,0	1,25	0,924 - 0,918	2,22 - 1,84	0,890 - 0,892	0,877 - 0,867	0,970	0,946	0,716 - 0,709
29	SRON - MOR	ANGLIA	1958	275 - 266	2,15 - 2,11	8(7000 - 6650)	1000	293 - 284	1,2 - 1,38	8(5400 - 6000)	0,45	0,28	40,0	7,0	37,0	1,08	0,938 - 0,936	1,97 - 1,53	0,888 - 0,890	0,868 - 0,870	0,971	0,953	0,713 - 0,716
30	FFESTINIOG	"	1959	300 - 280	28,1 - 27,2	4(100000 - 90000)	600	323 - 300	21,1 - 17,0	4(105000 - 80000	1,70	1,14	286,0	3,99	324,0	0,882	0,928 - 0,933	1,33 - 1,60	0,890 - 0,886	0,864 - 0,851	0,972	0,954	0,712 - 0,700
31	LENGORSK	URSS	1935	80 - 72	56,4 - 62,4	3(52000 - 51500)	187,5	88 - 80	29,0 - 32,3	3(41500 - 42200)	3,00	0,60	110,0	5,45	99,0	1,11	0,909 - 0,900	1,88 - 1,872	0,865 - 0,851	0,819 - 0,816	0,959	0,942	0,640 - 0,628
32	TARITIN	"	pr.	21,5 - 16,5	103 - 130	3(26000 - 25200)	166,7	23 - 17,5	62,5 - 82,0	3(23500 - 23500)	5,00	0,221	55,2	4,0	54,6	1,01	0,934 - 0,943	1,675 - 1,615	0,881 - 0,880	0,815 - 0,814	0,962	0,949	0,655 - 0,654
33	ADAM BECK II	CANADA	1957	80 - 58	67 - 49,3	6(63000 - 33600)	93,8	87 - 63	43,3 - 51,06	6(59000 - 50000)	11,0	1,62	270,0	6,0	273,6	0,987	0,920 - 0,921	1,425 - 0,966	0,882 - 0,880	0,851 - 0,856	0,971	0,952	0,695 - 0,697

Nr. crt.	The	Țara	An expl.	H'_t H''_t (m)	$\frac{Q'_t}{m_t}$ $\frac{Q''_t}{m_t}$ ($m^3/s.gr$)	$m_t \times (P'_t - P''_t)$ (grup × CP)	n_t ($\frac{rot}{min}$)	H'_p H''_p (m)	$\frac{Q'_p}{m_p}$ $\frac{Q''_p}{m_p}$ ($m^3/s.gr.$)	$m_p \times (P'_p - P''_p)$ (grup × CP)	V_u ($10^6 m^3$)	E_a (GWh)	P_g (MW)	$T_a = \frac{E_a}{P_g}$ (h)	P_e (MW)	$\frac{P_g}{P_e}$	$\frac{H'_t}{H'_p}$ $\frac{H''_t}{H''_p}$	$\frac{\Sigma Q'_t}{\Sigma Q'_p}$ $\frac{\Sigma Q''_t}{\Sigma Q''_p}$	η'_t η''_t	η'_p η''_p	η_g	η_e	η'_c η''_c
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
34	WÄGGITAL	ELVEȚIA	1925	252 - 203	8,0 - 7,2	4 (22500 - 16300)	500	265 - 215	1,15 - 1,30	4 (5100 - 4700)	148,0	72,0	63,0	1142,9	16,0	3,938	0,95 - 0,944	6,96 - 5,54	0,837 - 0,835	0,797 - 0,793	0,951	0,937	0,595 - 0,590
35	TREMORGIO	"	1926	858 - 810	1,56 - 1,50	1 (15000 - 13600)	750	905 - 853	0,425 - 0,46	2 (6400 - 6500)	7,6	14,0	10,5	1333,3	10,0	1,05	0,948 - 0,950	3,67 - 3,26	0,840 - 0,839	0,802 - 0,804	0,952	0,942	0,604 - 0,605
36	BRUSIO	"	1927 1941	293 - 270	0,366 - 0,356 4,14 - 4,04	1 (1200 - 1120) 1 (14000 - 13100)	500	315 - 290	0,414 - 0,425	2 (2200 - 2070)	17,2	9,75	10,6	919,8	3,45	3,075	0,930 - 0,931	5,44 - 5,17	0,864 - 0,864	0,791 - 0,794	0,948	0,938	0,608 - 0,610
37	ILLSEE	"	1923	910 - 870	0,55 - 0,53	2 (5600 - 5100)	750	1007 - 960	0,44 - 0,46	1 (7270 - 7270)	9,5	18,75	7,8	2403,8	5,7	1,37	0,903 - 0,906	2,59 - 2,39	0,840 - 0,831	0,812 - 0,810	0,946	0,938	0,606 - 0,598
38	ETZEL	"	1947	478 - 421	3,5 - 3,3	6 (20000 - 16600)	500	500 - 445	2,66 - 3,08	2 (20880 - 21450)	96,0	94,0	85,0	1105,9	33,0	2,578	0,956 - 0,946	3,94 - 3,22	0,896 - 0,897	0,849 - 0,851	0,963	0,955	0,700 - 0,703
39	PECCIA	"	1953	424 - 357	6,36 - 5,84	2 (32000 - 24700)	500	445 - 375	1,83 - 2,31	2 (12500 - 13100)	60,0	53,0	45,5	1164,8	20,0	2,275	0,953 - 0,951	3,47 - 2,53	0,890 - 0,888	0,878 - 0,880	0,967	0,963	0,728 - 0,729
40	ZEVREILA	"	1957	127 - 60	9,4 - 6,5	2 (14200 - 4600)	750	132 - 65	1,97 - 3,4	2 (4000 - 3380)	100,0	21,0	20,2	1050,0	6,14	3,29	0,962 - 0,923	4,77 - 1,91	0,892 - 0,885	0,868 - 0,872	0,967	0,958	0,717 - 0,716
41	GOUGRA I	"	1958	650 - 613	4,15 - 4,03	3 (32000 - 29300)	600	710 - 673	2,84 - 2,95	1 (29000 - 30800)	72,0	105,0	68,5	1532,8	23,5	2,92	0,915 - 0,911	4,71 - 4,10	0,890 - 0,891	0,862 - 0,858	0,970	0,963	0,717 - 0,714
42	LÖBIA I	"	1959	709 - 618	6,15 - 5,70	2 (52000 - 42000)	750	738 - 650	3,5 - 4,1	2 (38700 - 40000)	60,0	87,0	74,0	1175,7	61,1	1,21	0,961 - 0,951	1,76 - 1,39	0,893 - 0,894	0,890 - 0,889	0,968	0,963	0,742 - 0,740
43	ÜBERLINGEN	GERMANIA	1923	102 - 94	0,182 - 0,179 0,547 - 0,528	1 (200 - 180) 1 (600 - 540)	600 1000	113 - 104	0,261 - 0,32	1 (520 - 580)	1,5	0,28	0,55	509,1	0,42	1,31	0,904 - 0,903	2,79 - 2,21	0,806 - 0,813	0,755 - 0,765	0,935	0,910	0,518 - 0,530
44	LEITZACH	"	1929	125 - 107	7,7 - 7,1	1 (11000 - 8700)	500	130 - 112	3,73 - 4,3	2 (8000 - 8000)	5,0	1,2	7,6	157,9	12,8	0,594	0,961 - 0,955	1,03 - 0,83	0,858 - 0,858	0,808 - 0,802	0,940	0,918	0,598 - 0,594
45	SCHLUCHSEE	"	1933	204 - 167	20,3 - 18,4 19,2 - 17,3	2 (48700 - 35700) 2 (46000 - 33500)	333	224 - 180	5,5 - 8,6	4 (21000 - 26300)	108,0	43,0	132,0	325,8	84,0	1,57	0,911 - 0,928	3,59 - 2,08	0,881 - 0,872	0,781 - 0,785	0,946	0,921	0,600 - 0,597
46	OSTERODE	"	1934	46 - 25	16,7 - 12,3	1 (87000 - 3500)	300	50 - 27	4,8 - 8,2	1 (3900 - 3600)	30,0	2,35	6,1	385,2	3,1	1,97	0,920 - 0,925	3,48 - 1,50	0,850 - 0,853	0,820 - 0,819	0,953	0,925	0,615 - 0,617
47	BLEILOCH	"	1932	54,5 - 27,3	47,0 - 31,0	2 (29500 - 9600)	176,5	58 - 29	21,0 - 34,0	2 (20000 - 16000)	180,0	15,0	41,2	364,1	32,0	1,288	0,940 - 0,842	2,24 - 0,91	0,864 - 0,852	0,812 - 0,821	0,948	0,920	0,612 - 0,610
48	HOHENWARTHE	"	1955	67 - 27	35,0 - 22,0	2 (27800 - 7000)	166,7	69 - 28	20,6 - 33,3	2 (22000 - 14600)	170,0	13,0	39,6	328,3	34,0	1,165	0,971 - 0,964	1,70 - 0,66	0,889 - 0,884	0,861 - 0,851	0,968	0,951	0,705 - 0,693
49	LIMBERG	AUSTRIA	1956	400 - 300	17,4 - 20,2	2 (83000 - 55000)	500	420 - 320	11,6 - 17,0	2 (73600 - 82000)	65,0	60,0	118,0	508,5	127,0	0,929	0,952 - 0,937	1,50 - 1,19	0,895 - 0,891	0,882 - 0,884	0,966	0,950	0,725 - 0,724
50	LÜNERSEE	"	1958	970 - 840	5,5 - 5,22	6 (64000 - 52600)	750	1005 - 895	3,48 - 4,07	6 (52000 - 54400)	76,0	158,0	274,0	576,6	252,0	1,087	0,965 - 0,938	1,58 - 1,28	0,900 - 0,899	0,895 - 0,892	0,970	0,952	0,745 - 0,740
51	REISSECK	"	1959	970 - 900	0,69 - 0,67	3 (8000 - 7100)	1500	1070 - 1000	0,47 - 0,50	3 (7650 - 7550)	9,4	20,0	17,1	1169,6	17,8	0,96	0,906 - 0,900	1,47 - 1,34	0,896 - 0,882	0,875 - 0,883	0,969	0,948	0,720 - 0,718
52	LAGO DI TORRE	ITALIA	1930	320 - 300	0,581 - 0,542	2 (2080 - 1800)	750	351 - 330	0,32 - 0,34	2 (1880 - 1900)	6,5	3,85	2,9	1327,6	3,0	0,966	0,911 - 0,909	1,82 - 1,60	0,838 - 0,831	0,796 - 0,787	0,948	0,932	0,590 - 0,578
53	L. BAITONE	"	1931	60 - 30	1,18 - 0,85	2 (800 - 285)	600	65 - 33	0,23 - 0,27 0,51 - 0,61	1 (250 - 155) 1 (570 - 340)	4,0	0,38	1,12	339,3	0,64	1,75	0,923 - 0,910	3,19 - 1,93	0,848 - 0,838	0,782 - 0,782	0,950	0,942	0,594 - 0,587
54	ZAPELLO	"	1932	390 - 300	1,92 - 1,70	2 (8800 - 6000)	1500	420 - 320	0,28 - 0,40	4 (2000 - 2200)	13,0	12,0	12,4	967,7	6,85	1,81	0,928 - 0,937	3,43 - 2,13	0,880 - 0,882	0,783 - 0,775	0,957	0,944	0,623 - 0,618
55	COTIGLIA	"	1933	148 - 90	24,0 - 18,8	2 (42000 - 20000)	500	160 - 98	11,0 - 23,7	2 (30000 - 39500)	370,0	110,0	59,0	1864,4	61,5	0,96	0,925 - 0,918	2,18 - 0,79	0,885 - 0,887	0,782 - 0,784	0,954	0,943	0,623 - 0,626
56	PROVIDENZA	"	1952	250 - 230	22,8 - 19,4	3 (68000 - 53000)	500	270 - 248	14,2 - 15,0	3 (60000 - 58300)	72,0	40,0	144,0	277,8	140,0	1,028	0,925 - 0,927	1,61 - 1,29	0,894 - 0,891	0,851 - 0,850	0,960	0,946	0,692 - 0,689
57	BELLEVILLE	FRANȚA	1923 1934	500 - 450	0,80 - 0,76	2 (4500 - 3910)	1000	530 - 480	0,41 - 0,48 0,82 - 1,00	2 (3700 - 3900) 1 (7400 - 8000)	29,0	30,5	6,3	4841,3	11,5	0,648	0,943 - 0,937	0,98 - 0,78	0,860 - 0,857	0,783 - 0,794	0,951	0,945	0,606 - 0,612
58	LASSOULA	"	1932	436 - 370	0,975 - 0,895	3 (5000 - 3860)	1000	474 - 403	0,43 - 0,66	3 (3500 - 4500)	18,0	16,4	10,5	1561,9	10,5	1,0	0,920 - 0,918	2,27 - 1,36	0,882 - 0,873	0,776 - 0,788	0,952	0,945	0,616 - 0,620
59	BALMAHA	ANGLIA	1960	210 - 195	25,0 - 24,0	8 (63000 - 56000)	600	225 - 208	16,0 - 18,9	8 (55000 - 60000)	195,0	90,0	360,0	250,0	370,0	0,973	0,933 - 0,937	1,56 - 1,27	0,900 - 0,898	0,873 - 0,874	0,971	0,954	0,728 - 0,728
60	CRUACHAN	"	1960	354 - 335	19,8 - 19,3	6 (84000 - 77400)	600	380 - 360	12,0 - 13,7	6 (69300 - 75000)	88,0	70,0	360,0	194,4	348,0	1,035	0,931 - 0,930	1,65 - 1,41	0,900 - 0,898	0,876 - 0,876	0,971	0,951	0,728 - 0,727
61	KALIN	R.P. BULG.	1959	720 - 695	0,82 - 0,81	2 (7000 - 6600)	1000	785 - 760	0,57 - 0,59	2 (7470 - 7500	9,2	15,0	10,0	1500,0	11,6	0,862	0,917 - 0,914	1,44 - 1,37	0,889 - 0,880	0,798 - 0,796	0,971	0,950	0,654 - 0,646
62	DOBŠINA	ČSR.	1952	277 - 250	4,43 - 4,21	2 (14600 - 12500)	1000	285 - 257	2,26 - 2,16	2 (10000 - 11000)	9,8	6,0	20,4	294,1	17,2	1,186	0,971 - 0,972	1,96 - 1,53	0,893 - 0,891	0,859 - 0,860	0,949	0,942	0,687 - 0,686
63	URDICETO	SPANIA	1927	413 - 383	1,0 - 0,96	2 (4750 - 4200)	750	439 - 408	0,47 - 0,52	2 (3600 - 3750)	5,7	4,9	6,6	742,4	5,9	1,12	0,940 - 0,938	2,13 - 1,85	0,862 - 0,857	0,764 - 0,754	0,944	0,935	0,582 - 0,571
64	ROCKY-RIVER	SUA	1928	70 - 61	41,5 - 38,7	1 (33300 - 27000)	200	74 - 65	6,08 - 7,2	2 (7800 - 8100)	167,0	24,0	23,3	1030,0	12,7	1,835	0,946 - 0,938	3,33 - 2,69	0,858 - 0,859	0,769 - 0,770	0,951	0,938	0,589 - 0,590
65	L. LAMOCA	"	1932	121 - 117	1,8 - 1,77 5,4 - 5,3	1 (2500 - 2380) 1 (7500 - 7100)	600	128 - 124	0,41 - 0,47 0,82 - 0,94	1 (900 - 1000) 2 (1800 - 2000)	5,7	1,4	7,0	200,0	3,9	1,795	0,945 - 0,943	3,51 - 3,01	0,862 - 0,859	0,778 - 0,777	0,952	0,943	0,603 - 0,599
66	FLATIRON	"	1954	82 - 57	9,44 - 7,87	4 (9200 - 5300)	250	91 - 62	5,68 - 8,85	4 (8000 - 8500)	49,0	7,8	26,0	300,0	26,3	0,988	0,901 - 0,919	1,66 - 0,89	0,891 - 0,886	0,861 - 0,860	0,961	0,950	0,701 - 0,696
67	HIWASSEE	"	1956	70 - 58	125,0 - 116,0	2 (105000 - 80000)	107,1	75 - 62,5	71,0 - 108,0	2 (80000 - 102000)	405,0	60,0	150,0	400,0	157,0	0,956	0,933 - 0,928	1,76 - 1,07	0,900 - 0,892	0,887 - 0,882	0,970	0,956	0,740 - 0,729
68	MUNA	COLUMB.	1950	43 - 34,4	2,6 - 2,33	2 (1310 - 940)	600	48 - 36,8	1,55 - 2,0	2 (1100 - 1150)	10,4	0,93	1,85	502,7	1,70	1,089	0,935 - 0,935	1,68 - 1,17	0,880 - 0,880	0,863 - 0,853	0,960	0,952	0,694 - 0,686
69	MAITENES	CHILE	1924	71 - 58	3,74 - 3,38	2 (3050 - 2250)	500	75 - 60	1,4 - 2,03	2 (1810 - 2100)	23,0	3,60	4,2	857,1	3,35	1,253	0,947 - 0,966	2,67 - 1,67	0,861 - 0,861	0,773 - 0,772	0,936	0,922	0,575 - 0,574
70	SILLRE	SUEDIA	1933	197 - 175	4,73 - 4,50	1 (10800 - 9140)	600	217 - 192	1,82 - 2,40	1 (6800 - 8000)	20,0	8,20	7,5	1093,3	6,3	1,19	0,908 - 0,912	2,60 - 1,88	0,870 - 0,870	0,775 - 0,768	0,944	0,933	0,594 - 0,589
71	NUMASAWAN	JAPONIA	1952	215 - 183	23,9 - 22,9	2 (61000 - 49800)	600	226 - 195	11,0 - 14,1	2 (38000 - 42000)	56,0	26,0	87,0	298,8	65,0	1,34	0,952 - 0,938	2,17 - 1,63	0,890 - 0,892	0,871 - 0,872	0,969	0,950	0,714 - 0,716

Tabela 3

Transformatoare hidroenergetice cu circuit deschis.

Nr. crt.	The	Ţara	An expl.	H_t' H_t'' (m)	$\frac{Q_t'}{m_t}$ $\frac{Q_t''}{m_t}$ ($m^3/s.gr.$)	$m_t \times P_t' - P_t''$ (grup × CP)	n_t (rot./min)	H_p' H_p'' (m)	$\frac{Q_p'}{m_p}$ $\frac{Q_p''}{m_p}$ ($m^3/s.gr.$)	$m_p \times (P_p' - P_p'')$ (grup × CP)	V_u ($10^6 m^3$)	E_a (GWh)	P_g (MW)	$\frac{E_a}{P_g}$ (h)	P_e (MW)	$\frac{P_g}{P_e}$	$\frac{H_t'}{H_p'}$ $\frac{H_t''}{H_p''}$	$\frac{\Sigma Q_t'}{\Sigma Q_p'}$ $\frac{\Sigma Q_t''}{\Sigma Q_p''}$	η_t' η_t''	η_p' η_p''	η_g	η_e	η_c' η_c''
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
72	GOSSAU	AUSTRIA	1919	190 - 195	1,06 - 0,89 3,0 - 2,53 1,0 - 0,84	1 (2100 - 1250) 1 (8000 - 3550) 4 (2000 - 1180)	1000 600 500	45,9 - 39	1,6 - 2,0	2 (1930 - 1430)	57,5	19,0	10,8	17593	2,32	4,66	4,20 - 3,46	2,52 - 1,70	0,788 - 0,779	0,725 - 0,732	0,912	0,905	0,472 - 0,471
73	ACHENSEE	"	1928	400 - 380	3,3 - 3,2 6,7 - 6,5	2 (15000 - 13800) 2 (30800 - 28000)	500 500	24 - 12	1,54 - 2,34	3 (650 - 500)	66,0	55,0	64,0	8594	1,54	41,5	16,65 - 3,17	4,33 - 2,74	0,855 - 0,852	0,758 - 0,749	0,965	0,931	0,577 - 0,573
74	HINTERSEE	"	1931	125 - 105	2,08 - 1,9 4,2 - 3,85	2 (2550 - 2260) 1 (6000 - 4820)	500 500	25,2 - 8,3	0,963 - 1,5 1,19 - 1,84	1 (420 - 220) 1 (545 - 270)	6,77	1,65	8,3	198,8	0,76	10,92	4,96 - 12,65	3,88 - 2,29	0,853 - 0,851	0,750 - 0,755	0,948	0,934	0,567 - 0,570
75	SCHWAR ZENBACH	GERMANIA	1926 1930	362 - 333	6,7 - 6,5 8,5 - 8,2	2 (27500 - 24600) 1 (35000 - 31000)	500 500	252,0 - 181	0,824 - 1,5 4,1 - 5,805	2 (3800 - 5000) 1 (17500 - 18000)	14,0	10,0	63,0	158,7	22,0	2,86	1,44 - 1,84	3,81 - 2,41	0,851 - 0,852	0,769 - 0,760	0,951	0,934	0,583 - 0,577
76	HEMFURT II	"	1928	41 - 30	17,0 - 14,6	1 (7860 - 5000)	250	37,5 - 23	13,75 - 17,5	2 (8350 - 6600)	170,0	14,0	16,5	848,5	13,0	1,27	1,09 - 1,30	1,85 - 1,25	0,846 - 0,856	0,822 - 0,813	0,952	0,945	0,626 - 0,627
77	PROMERON	ITALIA	1926	840 - 800	2,4 - 2,34	2 (22500 - 21000)	500	360 - 320	0,6 - 0,7 0,19 - 0,226	2 (3740 - 3850) 2 (1250 - 1180)	16,0	27,5	31,4	875,8	7,8	4,03	2,33 - 2,50	3,04 - 2,53	0,836 - 0,841	0,760 - 0,784	0,948	0,940	0,567 - 0,588
78	ALPE-CAVALI	"	1927	720 - 690	1,67 - 1,63	1 (13600 - 12750)	600	38 62 110 152	0,11 0,10 0,10 0,13	2 × 175 3 × 110 2 × 135 3 × 350	6,0 3,2 9,5 8,2	10,32 12,0 18,75 12,25	2,4 8,0 7,1 9,5	4300,6 1500,0 2640,6 1285,5	0,9 1,4 1,05 1,5	2,67 5,71 6,76 6,33	18,95 - 18,15 11,6 - 11,13 6,54 - 6,28 4,74 - 4,53	1,5 - 1,47	0,849 - 0,850	0,744 0,751 0,752 0,752	0,950	0,940	0,568 media
79	ARMISA	"	1930	800 - 760	0,37 - 0,36	1 (3450 - 3200)	1000	585 - 560	0,10 - 0,12	1 (1000 - 1150)	6,0	10,32	2,4	4300,6	0,9	2,67	1,37 - 1,36	3,7 - 3,0	0,876 - 0,877	0,780 - 0,778	0,945	0,940	0,607 - 0,606
80	FULLY	ELVEŢIA	1914	1650 - 1610	0,17 - 0,168	4 (3000 - 2880)	1000	140 - 140	0,22 - 0,22	3 (370 - 570)	3,2	12,0	8,0	1500,0	1,4	5,71	11,8 - 11,5	1,03 - 1,02	0,802 - 0,800	0,720 - 0,720	0,906	0,898	0,470 - 0,469
81	ILLSEE, CART.SEC. MERETSCHI	"	1942	886 - 840	0,95 - 0,90	1 (10000 - 9100)	750	110 - 64	0,26 - 0,39	3 (450 - 400)	9,5	18,75	7,1	2640,6	1,05	6,76	8,05 - 13,13	1,22 - 0,77	0,893 - 0,882	0,848 - 0,832	0,965	0,946	0,630 - 0,678
82	ORCIÈRE	"	1932 1942	393 - 375	1,9 - 1,9	3 (8650 - 8260)	600	110 - 108	0,21 - 0,225 0,083 - 0,09	1 (375 - 400) 4 (150 - 160)	3,0	8,1	18,4	4442	0,8	23,0	3,57 - 3,47	10,55 - 9,74	0,870 - 0,869	0,812 - 0,810	0,964	0,957	0,652 - 0,649
83	OBERAAR-GRIMSEL	"	1953	536 - 487	7,1 - 6,8	1 (45600 - 39300)	500	433 - 335	3,7 - 4,3	1 (25100 - 22600)	58,0	70,0	32,5	2153,9	19,4	1,68	1,24 - 1,45	1,92 - 1,58	0,839 - 0,889	0,850 - 0,850	0,970	0,952	0,706 - 0,698
84	DIXENCE (PART.SEC) a) CLEUSEN b) STAFEL	"	1950 1959	465 - 284 Fionnay	11,5 - 9,0	3 (62800 - 30000)	750	165 - 90 212 - 212	1,84 - 2,1 3,3 - 3,3	4 (4600 - 2860) 1 (10470 - 10470)	350,0	300,0	137,0	2189,8	22,3	6,14	2,82 - 3,15 2,19 - 1,34	4,69 - 3,22 10,46 - 8,18	0,883 - 0,881	0,880 - 0,882 0,890 - 0,890	0,967	0,951	0,714 - 0,714 0,722 - 0,721
85	GOUGRA	"	1958	650 - 613	4,15 - 4,03	3 (32000 - 29300)	600	126 - 89	4,3 - 6,18	1 (8300 - 8500)	72,0	105,0	68,5	1532,8	30,0	2,28	5,16 - 6,89	2,9 - 1,96	0,890 - 0,890	0,869 - 0,862	0,970	0,963	0,722 - 0,717
86	LÖGEIA	"	1959	709 - 618	6,15 - 5,7	2 (52000 - 42000)	750	173 - 173	3,46	1 × 9070	60,0	87,0	74,0	1175,7	68,0	1,09	4,1 - 3,57	3,56 - 3,29	0,894 - 0,895	0,879 - 0,879	0,968	0,963	0,733 - 0,734
87	PRAGNÈRES	FRANŢA	1950	1150 - 1050	3,68 - 3,5	2 (59000 - 44200)	428	474 - 403	1,6 - 2,06 0,82 - 1,055	2 (11500 - 12600) 1 (5800 - 6450)	67,0	150,0	71,4	2100,8	24,3	2,94	2,43 - 2,61	1,83 - 1,35	0,887 - 0,889	0,880 - 0,879	0,970	0,956	0,724 - 0,725
88	SENGULA	INDIA	1956	390 - 380	3,9 - 3,9	4 (18000 - 17400)	750	16,6 - 12,1	3,7 - 5,4	4 (940 - 1000)	0,7	0,62	51,4	12,06	3,1	16,6	23,5 - 31,4	1,05 - 0,72	0,888 - 0,881	0,871 - 0,870	0,969	0,949	0,712 - 0,704

și viceversa. În perioada războiului lor a stagnat.

4.2. Dezvoltarea randamentelor

Tehnica turbinelor și pompelor s-a dezvoltat în decursul anilor, obținîndu-se randamente crescătoare, cum arată fig. 4,b, construită pe baza datelor a 242 turbine și 247 pompe din 88 *The*. Randamentele medii au fost:

η_p — pompe a crescut de la 72 la 88% în decurs de 56 ani;

η_t — turbine, de la 76,5 la 89,5%

η_g — generatoare 94,5 ··· 97,2%;

η_e — electromotoare 91 ··· 95,3%.

La grupuri mari și randamentele sînt mai mari decît cele date de curbele din fig. 4,b de ex. pentru 22 turbine cu 80 000 ··· 112 000 CP/turbină s-a obținut $\eta_{tmax} = 93\%$ și la 12 pompe cu 80 000 ··· ...105 000 CO/pompă $\eta_{pmax} \leqslant 91\%$.

Randamentul grupurilor $\eta_{gr} = \eta_t \eta_p \eta_g \eta_e$ a crescut în mijlociu de la 47,2 în anul 1904 la 73% în 1959, iar la grupuri foarte mari la 78%.

Randamentul ciclului complet η cuprinde, pe lîngă η_{gr}, randamentele hidraulice ale canalizațiilor și conductelor forțate η_{hp} η_{ht}, respectiv η_{Tp} η_{Tt} al transformatorilor de tensiune, fiind în medie

$$\eta_m = \eta_{gr} \eta_{hp} \eta_{ht} \eta_{Tp} \eta_{Tt} = 0{,}67 \cdots 0{,}7.$$

5. Parametrii transformatoarelor hidroenergetice

5.1. *The cu compensare zilnic-săptămînală cu circuit închis*

În tabela 1 sînt date pentru 33 *The* de acest tip: căderile, debitele, puterile unitare, P/m, capacitatea lacurilor V_u, energia de vîrf acumulată E_a, orele de utilizare $T_a = E_a/P_g$, cu diferiți indici energetici și randamente. Indicele prim se referă la căderea maximă și cel secund la cea minimă.

Pentru această grupă s-au obținut totalurile $\Sigma P_g = 2\,396{,}54$ MW; $\Sigma P_e = 1937{,}88$ MW; $\Sigma P_g/\Sigma P_e = 1{,}237$; $\Sigma V_u = 53\,805\,000$ m³ zilnic-săptămînal, cu $E_a = 12{,}1$ GWh; $T_a = 5{,}05$ ore/zi. Considerînd repetarea ciclurilor pentru un an, volumul anual pulsat este de $\Sigma V_a = 11{,}8$ miliarde m³, $E_{an} = 2650$ GWh/an, la $T_0 = 1106$ ore/an.

5.2. *The cu compensare sezonier-anuală cu circuit închis*

În tabela 2 se prezintă aceiași parametri pentru alte 38 *The* cu compensare sezonier-anuală cu circuit închis, care totalizează: $\Sigma P_g = 2321{,}32$ MW; $\Sigma P_e = 2004{,}95$ MW; $\Sigma P_g/\Sigma P_e = 1{,}158$; $\Sigma V_u = 2771{,}5$ mil. m³; $\Sigma E_a = 1318{,}29$ GWh la $T_a = 567{,}9$ ore pe an.

5.3. *The cu circuit deschis*.

Se prezintă în tabela 3 pentru 17 *The* avînd: $\Sigma P_g = 674{,}2$ MW; $\Sigma P_e = 220{,}17$ MW; $\Sigma P_g/\Sigma P_e = 3{,}062$; $\Sigma V_u = 973{,}87$ mil m³; $\Sigma E_a = 901{,}19$ GWh și $T_a = 1336{,}7$ ore/an. Raportul căderilor $H_t/H_p = 1{,}2-23{,}5$ este supraunitar (la circuitul închis era subunitar), iar $Q_t/Q_p = 1{,}2 \cdots 10{,}5$.

5.4. *Clasarea parametrilor după puterea unitară*

În tabela 4 se clasează 88 *The* cu 242 turbine și 247 pompe după puterea unitară la primar și separat la secundar. S-au introdus 5-clase pînă la puterea unitară maximă de 112 000 CP/turbină. Raportul P_g/P_e scade o dată cu creșterea puterii de la 1,6 la 1,3. Excepție face grupa 20 000 la 40 000 CP/grup la care raportul mărit la 1,96 provine din cauză că aci intră majoritatea *The* cu circuit deschis, la care turbinarea dă puteri mult mai mari decît pomparea. Treisprezece *The* cu puteri unitare de 60 000 ··· 112 000 CP/turbină totalizează 53,8% din puterea celor 88 *The*. La fel, șapte *The* cu 60 000 ··· 105 000 CP/pompă totalizează 41,4% din totalul de 88 *The*. În consecință *The* cu puteri mari predomină în cadrul amenajărilor de acest fel.

6. Randamentele ciclului *The*

Pentru ciclul închis, cu *The* branșate pe rețea, randamentul global se compune din $\eta = \eta_{gr}\eta_i$, cu $\eta_{gr} = \eta_p\ \eta_t\ \eta_g\ \eta_e$; $\eta_i = \eta_{Tp}\ \eta_{Tt}\ \eta_{hp}\ \eta_{ht}$. Pentru η_{gr} s-au dat valori anterior, de asemenea avem

Recapitulația *The* din tabelele 1, 2, 3 — Tabela 4

The cu circuit	V_u (10^6 m³)	E_a (GWh)	$T_a = \frac{E_a}{P_g}$ (ore)	ΣP_g (MW)	ΣP_e (MW)	$\frac{\Sigma P_g}{\Sigma P_e}$
închis zilnic-săptămînal	53,805	12,102	5,05	2 396,54	1 937,88	1,237
închis sezon-an	2 771,500	1 318,290	567,9	2 321,32	2 004,95	1,158
deschis	973,870	901,190	1 336,7	674,20	220,17	3,062
Total (medii)	3 799,175	2 231,582	(413,9)	5 392,06	4 163,00	(1,295)

Indicii secundarului în funcție de puterea unitară

$\frac{P_t}{m_t}\left(\frac{10^3\text{ CP}}{\text{grup}}\right)$	Nr. *The*	Nr. Σm_t	ΣH_t (m)	H_t *med*	$\frac{Q_t}{m_t}\left(\frac{\text{m}^3}{\text{s.gr}}\right)$	$\frac{P_t}{m_t}$ *med*	% η_t	% η_g	MW ΣP_g	MW ΣP_e	$\frac{\Sigma P_g}{\Sigma P_e}$
<20	47	108	15 972	339,9	1,39	5 470	87,0	96,4	419	262	1,599
20—40	15	43	4 658	310,5	7,52	27 180	87,3	96,5	829	422	1,964
40—60	13	37	4 601	353,9	11,40	47 250	87,7	96,5	1 240	950	1,305
60—80	7	32	2 338	334,0	16,16	63 400	88,0	96,6	1 442	1 197	1,205
80—112	6	22	1 652	275,3	28,50	93 200	89,2	97,0	1 462	1 332	1,098
Total (medii)	88	242	29 221	(332,1)	(8,06)	(31 360)	(87,8)	(96,6)	5 392	4 163	(1,295)

Indicii primarului în funcție de puterea unitară

$\frac{P_p}{m_p}\left(\frac{10^3\text{CP}}{\text{gr}}\right)$	Nr. *The*	Nr. Σm_p	ΣH_p	H_p *med*	$\frac{Q_p}{m_p}\left(\frac{\text{m}^3}{\text{s gr}}\right)$	$\frac{P_p}{m_p}\left(\frac{\text{CP}}{\text{med}}\right)$	η_p %	η_p %	ΣP_e MW
<20	58	148	15 199	262,1	0,957	4 290	93,6	78,0	498
20—40	17	48	4 031	237,1	7,43	29 000	93,8	81,0	1 090
40—60	6	22	2 236	372,7	8,40	49 600	94,0	84,0	853
60—80	3	17	875	291,7	14,45	65 300	95,0	86,0	858
80—105	4	12	1 121	280,3	21,75	93 200	95,2	87,2	864
Total (medii)	88	247	23 462	(266,6)	(5,06)	(21 600)	(94,3)	(83,2)	4 163

$\eta_{Tp} = \eta_{Tt} = 0{,}985$ la $0{,}995$, apoi $\eta_{hp} = \dfrac{1}{1 - \dfrac{\Sigma h_{rp}}{H_{bp}}} =$

$= 0{,}94 \cdots 0{,}97$ şi $\eta_{ht} = 1 - \dfrac{\Sigma h_{rt}}{H_{bt}} = 0{,}93 \cdots$

$0{,}95$ se obţin printr-o justă dimensionare a conductelor. Faţă de valorile medii de mai sus, randamentele maxime se obţin la grupuri de puteri foarte mari. Astfel întregul ciclu închis are $\eta = 0{,}72$ la grupuri mari, 0,7 la grupuri mijlocii şi 0,65 la grupuri sub 10 000 CP/grup.

La *The* combinate cu centrale termo şi hidroelectrice se elimină $\eta_{Tp}\,\eta_{Tt}$, de aceea η al ciclului creşte cu $2 \cdots 3\%$. La ciclul deschis se modifică randamentele, fiind $\eta_{hp} > \eta_{ht}$.

7. Echipamentele grupului *The*

La circuitul închis grupul se compune în prezent din:

— 3-maşini: turbina, pompa şi generatorul, totodată motor reversibil;

— 2 maşini: turbina (reversibilă ca pompă) şi generatorul (reversibil ca electromotor), şi în ambele cazuri se adaugă echipamentele anexe.

Soluţia cu 3-maşini este încă preferată, avînd randamente globale cu $4 \cdots 5\%$ mai ridicate, în schimb soluţia cu 2-maşini este cu 30% mai ieftină. Între pompă şi generator-motor s-a instalat o turbocuplă, pentru a uşura pornirile şi opririle frecvente. În prezent se înlocuieşte aproape sistematic turbocupla cu:

— o microturbină Pelton de pornire a pompei;

— o cuplă mecanică şi pornirea pompei cu turbina mare, la un reglaj special al debitelor prin conducte ocolitoare. Din acelaşi motiv se renunţă la reglajul palelor statorice la pompă, care cu două decenii era utilizat frecvent.

Înainte de 1940 era preferat grupul cu ax vertical la puteri mari, dar s-au dezvoltat şi grupuri orizontale cu puteri unitare în jurul a 80 000 CP/grup. La căderi foarte mari de 500 la 1 200 m, grupul are numai ax vertical, deoarece turbina Pelton de mare putere are ax vertical şi 2 la 4 injectoare, iar pompa este centrifugă polietajată. Grupurile cu 2-maşini reversibile, avînd acum abia $\eta_t = \eta_p = 0{,}86$, sînt încă discutate, totuşi au perspectiva unei dezvoltări, mai ales după introducerea dublului reglaj Dériaz sau Kviatkovski.

8. Consideraţii economice

Problema utilităţii aplicării *The* se rezolvă prin calcule economice. Privind actuala fază de dezvoltare a electrificării ţării, se constată necesitatea de a se realiza în primul rînd *UHE* cu acumulare sezonieră şi anuală, dintre acelea care costă sub 6 000 lei /kW-instalat şi sub 0,08 lei/kWh (Şebeşul, Someşul-Cald, Lotrul, Argeşul, Rîul-Mare, etc). Supraechiparea acestora cu *The* cu circuit deschis sporeşte puterea instalată, energia de vîrf şi economicitatea. Pentru cîteva amplasamente, situate imediat în apropierea unor mari centre de consum, cu situaţii topografice favorabile, este utilă şi economică instalarea *The* cu circuit închis. Acestea sînt cu atît mai economice, cu cît puterea lor este mai mare şi căderea de la 300 m în sus.

8.1. Circuitul închis-pur este economic dacă cheltuielile anuale ale *The* sînt mai mici decît cele suplimentare pentru *CTE* sau *UHE*, deci:

$$k_T J_T + (1 - \eta)\, E_T\, p_b - \eta E_T p_v - (c\text{-}c')\; p_c\; E_t < \\ < k_t\;\; \Delta J_t + p_c\, c' E_T$$

$$k_T\, J_T - p_b\, E_T \left[\eta \left(1 + \frac{p_v}{p_b} \right) - 1 \right] - \\ - p_c\, E_t \left[\; c \; - \; c' \left(1 - \frac{E_T}{E_t} \right) \right] < k_t \;\; \Delta J_t.$$

Pentru exemplificare se admit următoarele valori şi indici:

$J_T = 5\,000\;\; P_T$ — investiţia în *The*, cu $P_T =$ $= 100\,000$ kW la primar;

$E_T = 1\,000\;\; P_T = 100$ mil. kWh/an, consumul primarului *The*;

$E_t = 300$ mil. kWh/an, producţia *CTE* acoperind singură consumul;

$k_T = 0{,}05$ — coeficientul cheltuielilor anuale la *The* şi $k_t = 0{,}08$ la *CTE*;

$\Delta J_t = i_t\; P_T$ — investiţia suplimentară în *CTE*, pentru P_T-echivalent *The*;

$p_b = 0{,}1$ lei/kWh costul energiei de bază şi $p_v = 0{,}15$ de vîrf;

$p_c = 0{,}00002$ lei/kcal (combustibil 0,1 lei/kg la 5000 kcal/kg);

$c = 4180$ kcal/kWh la *CTE* singur (fig. 3,a) şi $c' = 3876$ la *P*-constant; $\eta = 0{,}7$ -randamentul global al ciclului.

Datele variază de la caz la caz, însă în acest exemplu rezultă că instalarea *The* este economică, dacă $7\,920\,000 < 0{,}08\;\; \Delta J_t$, sau $\Delta J_t > 990$ lei/kW.

8.2. Circuitul închis-mixt, aplicat la *The* combinat cu *UHE*, trebuie să realizeze $i_T = J_T/P_T$ al *The* mai mic decît i al *UHE*, de asemenea costul energiei transformate de *The* să fie sub acela al energiei de vîrf din sistem.

8.3. Circuitul deschis este mai economic, dacă primii trei termeni în relaţia de jos sînt mai mici decît termenul din dreapta:

$$k_e\, i_e\;\; P_e + E_e\;\; p_v - E_g\;\; p_v < k_g\;\; i_g\;\; P_g$$

Ţinînd seama de puterile şi energiile notate cu indicele *e*-electromotor (*The*) şi *g*-generator (*UHE*):

$$P_e = 9{,}81\, \frac{Q_p\, H_p}{\eta_p\, \eta_e} = 3600\, E_p\, \frac{Q_p}{V_p};$$

$$P_g = 9{,}81\;\; Q_t\; H_t\;\; \eta_t\; \eta_g = 3600\;\; E_g \frac{Q_t}{V_p} \text{(kW)}$$

se obține condiția economică pentru căderile *The*:

$$H_p < \eta_{gr}\ \varphi\ H_t, \quad \text{cu} \quad \eta_{gr} = \eta_{lt}\ \eta_{lp}\ \eta_{lg}\ \eta_{le}\ ;$$

$$\varphi = \frac{\frac{3\,600}{T_t} k_g\, i_g + p_v}{\frac{3\,600}{T_p} k_e\, i_e + p_b}.$$

Pentru exemplificare admitem indicii: $k_e = 0{,}05$; $k_g = 0{,}04$; $i_e = 5600$; $i_g = 6000$ lei/kW-instalat; $T_p = 2190$ ore/an de pompare; $T_t = 1825$ de turbinare cu 5 ore/zi; $p_b = 0{,}1$ și $p_v = 0{,}15$ lei/kWh. Cu aceste valori rezultă din relația economică $\varphi = 1{,}029$; $\eta_{gr} = 0{,}7$, deci $H_p < 0{,}72\ H_t$, cînd este economic *The*.

Se constată că φ depinde puțin de costul energiilor, dar foarte mult de $k_g\, i_g$ față de $k_e\, i_e$, ca și de duratele de pompare T_p și de turbinare T_t.

ENERGETICA PESTE HOTARE

Sistemul de 400 kV*) din U.R.S.S.

Ing. *AUREL ROTMAN*

Dinamica consumului de putere și energie electrică a crescut în U.R.S.S. foarte rapid (tabela 1).

În anul 1958 U.R.S.S. a ajuns la producția de 233.10^9 kWh, iar în 1960 producția de energie va atinge 320.10^9 kWh și $500 \div 520.\ 10^9$ kWh în 1965. Au fost construite mari centrale hidroelectrice, cum ar fi CHE Kuibîșev (1957) de 2 100 MW, CHE Stalingrad, care va intra în funcțiune cu întreaga putere de 2 310 MW în 1960.

Sînt în construcție centrale hidroelectrice foarte mari cum ar fi CHE Bratsk de 3 600**) MW și CHE Crasnoiarsk de 4 000 MW.

Sînt de asemenea în construcție centrale termoelectrice de 600—1 000 MW cu turboagregate de 100, 150 și 200 MW.

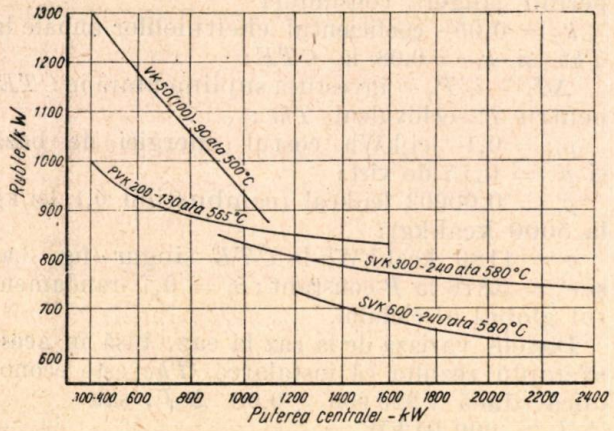


Fig. 1. Variația prețului de cost al kW instalat în funcție de puterea centralei și tipul grupului turbogenerator.

Pentru următoarea perioadă de perspectivă se are în vedere construirea unor centrale hidroelectrice foarte mari, cum ar fi CHE Enisei, cu o putere de 6 000 MW și o producție de $35{,}5.10^9$ kWh și care va avea un preț de cost de 0,44 cop/kWh. În 1965 centralele hidroelectrice vor acoperi 23% din necesitățile de energie electrică. Paralel se vor construi termocentrale cu puteri de 1 200 MW echipate cu grupuri de 150—200 și chiar 300 MW. În același timp se efectuează studii pentru a permite construirea după 1965 a unor centrale de 1 800—2 400 MW cu grupuri de 400 MW pe un arbore sau 600 MW pe doi arbori. Investiția specifică a unor astfel de centrale va fi de 630 rub/kW instalat, față de 800—900 rub/kW instalat în centralele de bază cu grupuri de 200 MW, 130 ata, 565 °C, care se construiesc astăzi și 1 300 rub/kW instalat în centralele cu grupuri de 50—100 MW, 100 ata, 510 °C (fig. 1).

Această dezvoltare foarte importantă a dus la necesitatea alcătuirii unui sistem energetic unitar de 400 kV care va fi realizat pînă în 1965 și care va uni toată partea europeană a U.R.S.S.

Structura de bază a acestui sistem în anul 1965 este arătată în fig. 2. Sarcina sistemului respectiv va fi în 1965 de circa 50 000 kW. În același timp se vor dezvolta sistemele energetice din vestul Siberiei, cu o putere totală de 8 000 MW și din estul Siberiei cu o putere de 12 000 MW.

Lungimea totală a liniilor de 400 kV din partea europeană a U.R.S.S. va atinge în 1965 circa 12 000 km linie de curent alternativ și circa 1 000 km linie de circuit continuu. Numărul total al stațiilor ridicătoare și coboritoare de 400 kV va fi de circa 42.

În partea asiatică a U.R.S.S. se va dezvolta de asemenea un important sistem de 400 (500) kV menit să lege centralele din districtele Irkuțk, Krasnoiarsk, Kuznețk și Novosibirsk într-un sistem unic. Printre aceste centrale se află CHE Irkuțk și Bratsk de pe Angara, CHE Krasnoiarsk de pe Enisei și marile termocentrale din Kuzbas.

1. Dezvoltarea sistemelor energetice în U.R.S.S.

Sistemul de transport de energie electrică din U.R.S.S. s-a dezvoltat după revoluție foarte rapid. Înainte de revoluție în toată Rusia nu exista decît o singură linie de 70 kV în

Dinamica consumului de putere și energie electrică în U.R.S.S. *Tabela 1*

Anul		1913	1928	1932	1937	1940	1945	1950	1955	1956	1958
Puterea instalată,	MW	1 098	1 905	4 677	8 235	11 193	11 124	19 614	37 263	42 800	53 000
din care în CTE,	MW	1 082	1 784	4 173	7 191	9 606	9 872	16 396	31 277	34 430	
în CHE.	MW	16	121	504	1 044	1 587	1 252	3 218	5 986	8 370	
Energia totală produsă,	TWh	1,945	5,007	13,540	36,173	48,309	43,257	91,226	170,225	192,000	233,000
din care în CTE,	TWh	1,929	4,577	12,728	31,989	43,196	38,416	78,535	147,060	162,950	
în CHE.	TWh	0,016	0,430	0,812	4,184	5,113	4,841	12,691	23,165	29,050	

În 1965 puterea instalată va fi de 110—113 GW iar energia totală produsă 1 500—520 TWh.

*) În prezent în curs de trecere la 500 kV.

**) Puterea centralei Bratsk a fost ridicată în prezent la 4 500 MW.

cungime de 70 km, între centrala Clason și Izmailovskaia, 1are a fost începută în 1912 și a fost terminată de abia în 1914.

După revoluție prima linie de 110 kV de 120 km lungime a fost începută în 1921 și terminată în 1922; este vorba de linia pe stîlpi de lemn Kașira-Moscova.

În 1926 a fost construită linia de 110 kV de 130 km, CHE Volhoi-Leningrad (prima centrală hidroelectrică din cadrul planului GOELRO) echipată cu stîlpi de susținere de lemn și cu stîlpi speciali metalici.

Prima linie de 110 kV construită în întregime pe stîlpi metalici a fost linia 110 kV Satura-Moscova (1925). În 1931—1932 s-a construit prima linie de 154 kV între Zaporoje-Dnepropetrovsc.

În perioada 1928—1932 s-au construit 9 900 km linii, din care 4 620 km de 35 kV, 5 080 km de 110 kV și 200 km de 154 kV.

În 1933 s-au construit primele linii de 220 kV între Svir-Leningrad (280 km) și Stalinogorsk-Moscova.

După război s-au construit foarte multe linii de 35 kV, linii de 110 kV cu dublu circuit și linii magistrale de 220 kV. Liniile de transport construite în această perioadă utilizau în special stîlpi metalici.

În 1953 a început construcția liniei de 400 kV Kuibîșev-Moscova de 900 km care a intrat în funcțiune în 1956. În acest interval au fost construite și linii importante de 220 kV pentru transportul a 500—600 MW. Prima linie de 220 kV cu conductoare jumelate (2×480 mm² ASO) avînd o lungime de circa 100 km, a fost construită în 1956 în Ural între centrala Iuz și Celiabinsk.

Circuitele principale de 400 și 220 kV în sistemul energetic din partea Europeană a URSS planificate în 1965

- stație de 400 kV
- stație de ≤220 kV
- Hidrocentrală depășind 150 MW
- Termocentrală
- Linii de 400 kV care urmează a fi complectate pînă în 1960
- Linii de 400 kV care urmează a fi complectate pînă în 1965
- Linii de ?220 kV

Notă - Linia Stalingrad-Mihailovca este de 400 kV curent continuu.

Fig. 2. Circuitele principale de 400 și 220 kV.

În perioada 1946—1956 Ministerul Centralelor Electrice a construit 36 000 km linii de transport de înaltă tensiune, adică cu 150% mai mult decît în cei 25 ani premergători. Dinamica creșterii arterelor de diverse tensiuni este arătată în fig. 3.

În perspectivă se are în vedere, paralel cu lărgirea rețelei de 400 kV și eventuala ei trecere la 500 kV, să se construiască noi linii de 220 kV de mare capacitate de transport (1 000 MW), pentru distanțe relativ reduse, unde tensiunea de 400 kV nu s-ar dovedi economică.

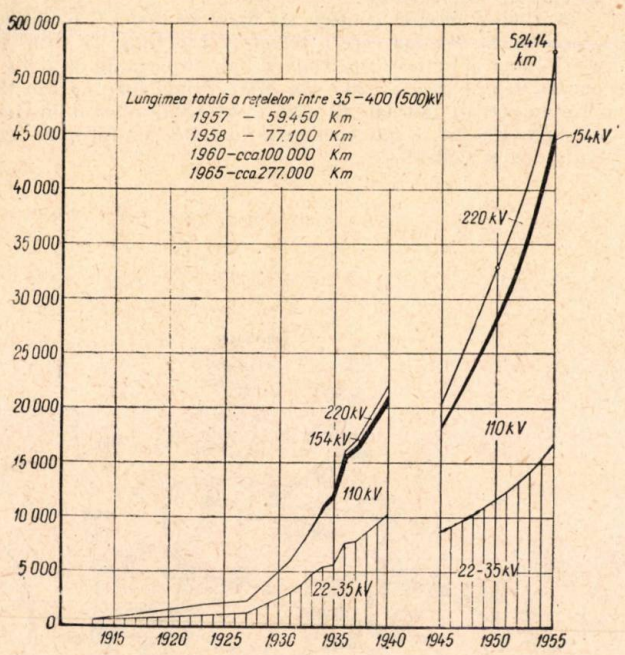


Fig. 3. Creșterea rețelelor de I.T. în U.R.S.S.

2. Sistemul de 400 kV din U.R.S.S.

Dezvoltarea unui sistem energetic se poate face adoptînd pentru o perioadă relativ lungă tensiuni de transport relativ scăzute dacă există posibilitatea de a găsi surse de energie electrică în vecinătatea punctelor de consum. În acest caz rezultă și lungimi de transport moderate. În U.R.S.S. dezvoltarea sistemelor energetice nu a putut urma această cale deoarece distanțele între centrele importante de consum, cum ar fi regiunea Moscovei, și sursele energetice respective sînt foarte mari. Fluviul Volga reprezintă mari surse energetice ce erau necesar să fie captate pentru a alcătui supercentralele hidrotehnice de importanță națională.

Amenajarea marilor centrale hidroelectrice de pe Volga a făcut necesar să se proiecteze și să se construiască un sistem energetic de 400 kV capabil să transporte importante puteri și energii electrice spre Moscova. Situația actuală a sistemului de 400 kV este arătată în tabela 2.

Tabela 2

Denumirea liniei	Nr. de circuite	Lungime, km	Capacitate de transport, MW	Energie transportată, TWh	Observații
Kuibîșev-Moscova	2	a) 815 b) 890	1 500	6	Intrat în funcțiune în 1956
Stalingrad-Moscova	2	1 000	1 500	8	În construcție
Kuibîșev-Ural	1	1 050	750—1 000	4	În construcție
Stalingrad-Donbass	1	500	750	4	± 400 kV c. c.
Inel-Moscova	1	215	—	—	În construcție

După cum se vede a fost vorba în primul rînd de construcția a două artere destinate să lege centralele hidroelectrice Kuibîșev și Stalingrad cu sistemul energetic de 220 și 110 kV din regiunea Moscovei, legături care implică distanțe în jurul a 1 000 km, puteri de transport mai mari de 1 000 MW și energii în jurul a 6 TWh. Calculele tehnico-economice efectuate au arătat că utilizarea tensiunii de 220 kV pentru legătura între Kuibîșev și Moscova, spre exemplu, ar fi făcut necesare 12 linii paralele de mare capacitate care ar fi costat circa 4.10^9 ruble și ar fi condus la un preț specific al transportului de circa 9 cop/kWh pe lîngă faptul că ar fi necesitat o fișie de teren de 2 km, un consum de 250 000 t oțel și 65 000 t conductoare de oțel-aluminiu. Chiar și tensiunea de 360 kV nu s-a dovedit economică, deoarece ar fi implicat adoptarea a trei linii paralele. În aceste condiții s-a adoptat drept tensiune nominală a rețelei de transport valoarea de 400 kV admițîndu-se în exploatare o valoare maximă cu 5% mai mare adică 420 kV.

Comparația făcută pentru condiții similare între 2, 3 și 4 circuite de 400 kV (tabela 3) a arătat avantajul adoptării a două circuite.

Din aceste motive linia de 400 kV Kuibîșev-Moscova a fost construită pentru două circuite pe stîlpi separați avînd o capacitate de transport de circa 600 MW.

Stabilirea acestei valori s-a făcut pe baza calculelor tehnico-economice, luîndu-se în considerare o densitate economică de 0,5—0,6 A/mm², care în condițiile URSS reprezintă la linii lungi de tensiune foarte înaltă și la o durată de circa 5 300 ore/an, un optim. Pentru rețelele de 400 kV capacitatea de transport nu trebuie să fie mai mică de 500—750 MW/circuit.

O primă concluzie care rezultă utilizînd densitatea economică indicată mai sus este secțiunea conductorului de 01A1 de 1 200...1 600 mm²/fază. Adoptînd conductoare fasciculare se poate obține o reducere a reactanței și implicit o mărire a capacității de transport.

În fig. 4 sînt arătate pentru diverse tipuri de conductoare fasciculare valorile numerice respective. Pentru liniile din U.R.S.S. au fost alese conductoare fasciculare cu trei cabluri/fază. Factorul esențial care limitează capacitatea transportului de putere la distanțele care vin în considerare pentru linia Kuibîșev-Moscova (~ 1 000 km) este stabilitatea. Capacitatea de transport normală a unui circuit de 400 kV, la distanțe de 1 000 km, dacă condițiile terminale (reactanțele și reglajele mașinilor și transformatoarelor) sînt obișnuite, este în jurul a 200 MW.

Pentru a se putea transmite în mod stabil puteri de ordinul 600 MW/cct la distanțe între 800—1 000 km sînt necesare următoarele măsuri:

— să se utilizeze regulatoare electronice ultrarapide care să acționeze nu numai la variația curentului și a tensiunii ci și a derivatelor lor (este vorba de așa-numitele regulatoare cu acțiune puternică). Aceste regulatoare reușesc să mențină constantă tensiunea la bornele mașinii la orice variație bruscă de regim*). Acest fapt a permis să fie crescută capacitatea liniei Kuibîșev-Moscova cu circa 30% ;

— să se utilizeze hidrogeneratoare cu reactanțe tranzitorii micșorate și cu constante de inerție mărite ;

— să se utilizeze dispozitive speciale de excitație cu o valoare mărită și cu o pantă de creștere mărită ;

— să se utilizeze în stațiile ridicătoare transformatoare cu reactanțe micșorate iar în cele coborîtoare autotransforma-

Tabela 3

Nr. circuite	2	3	4
Investiții %	100	112	133
Randamentul transportului	91,5	89,5	88,7
Secțiunea economică mm² 01A1/fază	2700	3 000	3 800

*) Regulatoarele obișnuite mențin constantă f.e.m. tranzitorie.

toare în locul transformatoarelor, pentru a se obține de asemenea o reactanță micșorată;

— adoptarea unor stații intermediare la 200—250 km care micșorează tronsonul de linie avariat și măresc siguranța de funcționare.

În același timp stațiile intermediare permit o funcționare mai sigură a întreruptoarelor care nu trebuie să anclanșeze decît tronsoane de maximum 250 km. Această lungime este

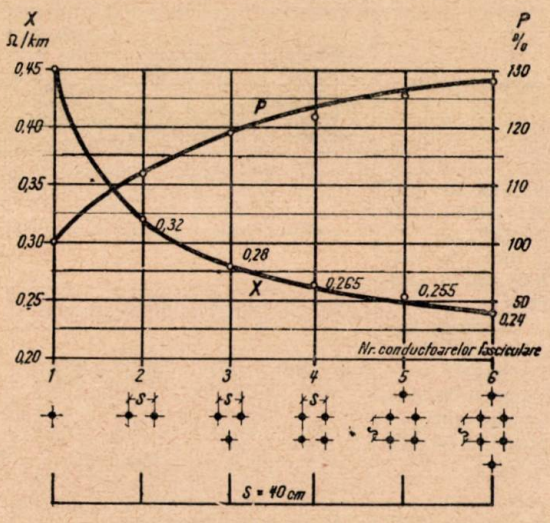


Fig. 4. Reactanța inductivă și capacitatea de transport în funcție de diferite tipuri de conductoare fasciculare.

limitată și de valoarea tensiunilor electrostatice și electromagnetice induse pe una din faze cînd aceasta a suferit o declanșare monofazată. În stațiile de conexiuni și transformare se utilizează întreruptoare ultrarapide cu un timp total de lucru de 0,1...0,12 s și compensatoare sincrone echipate cu regulatoare cu acțiune puternică care mențin constantă tensiunea pe barele fiecărei stații intermediare.

Pe artera Kuibîșev-Moscova sînt montate compensatoare sincrone numai în stația Moscova iar pe artera Stalingrad-Moscova în fiecare stație intermediară două compensatoare de 75 MVA.

Pentru a micșora reactanța liniei în afară de utilizarea conductoarelor fasciculare se utilizează compensarea longitudinală prin baterii de condensatoare montate în serie. Se recomandă să nu se adopte un grad de compensare $\left(\frac{X_c}{X_L}\right)$ mai mare de 40% datorită limitărilor impuse de necesitatea reducerii supratensiunilor interne *) și a măririi eficacității protecției prin relee. Experiența de exploatare permite reducerea gradului de compensare de la 40 la 33%.

În U.R.S.S. există tendința de a se utiliza compensarea capacitivă în mod moderat. Astfel pe linia de 400 kV Kuibîșev-Ural gradul de compensare va fi de 30% iar pe linia Stalingrad-Moscova 25%.

— Instalarea pe barele centralei a unor rezistențe de sarcină care sînt conectate automat în circuit în cazul căderii sarcinii pentru a frîna generatoarele.

Să analizăm în continuare condițiile specifice de exploatare ale unei linii de 400kV. Funcționarea unei linii de transport de foarte înaltă tensiune este legată de anumite particularități pe care am căutat să le reliefez în tabela 4.

Se știe că linia de transport este ea însăși un consumator de putere activă și reactivă. Procentul de putere activă care este furnizată liniei de transport nu variază decît foarte puțin cu tensiunea și constituie o cotă destinată să acopere pierderile datorite efectului Joule. În ceea ce privește puterea reactivă absorbită de linie aceasta variază în limite extrem de mari în funcție de tensiune și la o tensiune dată în funcție de regimul de sarcină. După cum se știe linia de transport echivalează cu un consumator atît de putere reactivă capacitivă cît și de putere reactivă inductivă.

Consumul de putere capacitivă este constant și nu variază în funcție de sarcină. Acest consum afectează în întregime sursele de producere în regimul în gol de sarcină și așa cum se vede din tabela 4, dacă la o linie de 35 kV acest consum reprezintă numai 5,7% din încărcarea normală *), la 400 kV el reprezintă 125%.

Consumul de putere reactivă inductivă variază proporțional cu pătratul curentului de sarcină. Deoarece puterea reactivă inductivă este de sens contrar puterii reactive capacitive ea are un efect de descărcare a surselor generatoare. Dacă puterea transportată pe linie este egală cu cea naturală, puterea capacitivă este egală cu cea inductivă și linia nu cere de la sursele exterioare nici un fel de putere reactivă. La sarcini mai mici decît puterea naturală, linia are caracterul unei capacități cu consum maxim de putere reactivă capacitivă în gol, iar la sarcini mai mari de putere naturală linia are caracterul unei inductanțe cu consum maxim de putere reactivă inductivă la regimul de scurtcircuit.

Consumul net de putere reactivă care trebuie furnizat liniei la sarcini diferite de puterea naturală este procentual relativ redus la tensiuni mai mici sau egale cu 110 kV *și devine extrem de important la tensiunea de* 400 kV.

Considerentele expuse mai sus sînt valabile pentru un factor de putere cos $\varphi_2 = 1$, la barele consumatoare.

Dacă cos φ_2 are caracter inductiv linia poate să nu consume putere reactivă la o sarcină mai mică decît cea naturală și invers pentru cos φ_2 capacitiv.

În cazul liniei Kuibîșev-Moscova planul de exploatare al centralei hidroelectrice Kuibîșev face necesar ca linia să funcționeze cu sarcini mijlocii și reduse. În aceste condițiuni a apărut necesar să se prevadă în stațiile intermediare și în stațiile terminale elemente care să echilibreze linia din punct de vedere al puterii reactive. În acest scop au fost prevăzute bobine de reactanță și compensatoare sincrone.

Într-adevăr puterea capacitivă care are valoarea de 1 020 MVar este contrabalansată de cinci grupe de trei reactoare monofazate de 50 MVA totalizînd 750 MVar și opt compensatoare sincrone totalizînd $8 \times 75 = 600$ MVar. Trebuie remarcat că reactoarele nu sînt introduse în circuit decît în funcție de necesități; de asemenea reglajul automat al compensatoarelor sincrone permite trecerea lor din regim capacitiv în regim inductiv cînd acest lucru este necesar. Efectul de atenuare al supratensiunilor interne datorită reactoarelor este ilustrat în fig. 5.

Tabela 4

Tensiunea	kV	35	110	220	400 *)
Puterea naturală (P_n)	MW	3	30	120	400
Lungimea liniei (l)	km	50	200	500	1 000
Puterea capacitivă	MVA	0,18	7,5	65	500
în gol	% din P_n	5,7	25	54	125
Puterea netă capacitivă la o sarcină	MVA	0,11	4,5	45	300
$P = \frac{1}{2} P_n$ (ΔQ_c)	% din P_n	3,7	15	38	75
Puterea netă inductivă la o sarcină	MVA	0,44	18	180	1 200
$P = 2\ P_n$ (ΔQ_L)	% din P_n	15	60	150	300

$$\Delta Q_c = -\Delta Q_L = \frac{X_L}{U^2}(P_n^2 - P^2)$$

*) Conductoare unice pe fază.

*) La o compensare de 40% nivelul supratensiunilor este de 4 V, iar la 50% este de 5,5 V (V—valoarea maximă a tensiunii pe fază).

*) Considerată egală cu puterea naturală.

Principiile expuse mai sus își găsesc aplicarea la prima arteră de 400 kV realizată în U.R.S.S. între Kuibîșev și Moscova.

Schema electrică a acestei legături este arătată în fig. 6 unde sînt indicate principalele caracteristici ale elementelor fundamentale.

După cum se vede din figură, 18 din cele 20 hidrogeneratoare de cîte 105 MW din centrala Kuibîșev sînt legate prin transformatoare direct la barele de 400 kV; dintre acestea,

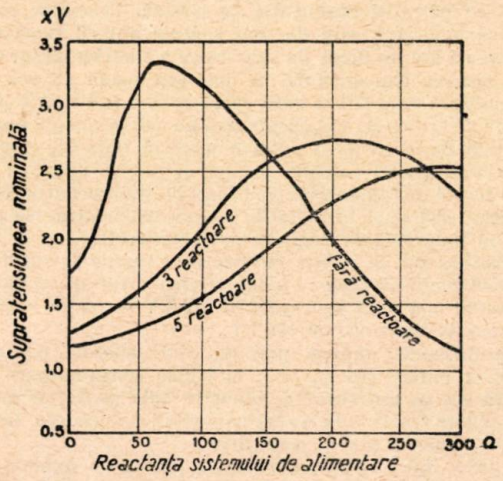


Fig. 5. Efectul reactoarelor de șuntare asupra nivelului supratensiunilor interne ale unui sistem de 400 kV.

nouă mașini (trei grupuri a trei mașini) sînt legate prin intermediul unor transformatoare cu patru înfășurări, cu două tensiuni, avînd o putere de $3 \times 123{,}5$ MVA (370 MVA trifazat) numai la barele de 400 kV trei mașini sînt legate prin intermediul unui transformator cu cinci înfășurări cu trei tensiuni, avînd o putere de $3 \times 123{,}5$ MVA, atît la barele de 400 kV cît și la cele de 110 kV și trei grupuri a două mașini sînt legate prin intermediul unor autotransformatoare cu patru înfășurări cu trei tensiuni cu o putere de $3 \times 82{,}5$ MVA (putere de trecere 3×167 MVA) la barele de 400 și 220 kV.

În sfîrșit primele două mașini sînt legate prin intermediul unui transformator cu patru înfășurări, cu trei tensiuni cu o putere de $3 \times 82{,}5$ MVA, la barele de 110 și 220 kV.

Între Kuibîșev și Moscova sînt construite două linii de 400 kV cu simplu circuit pe stîlpi separați. Liniile sînt secționate în patru secțiuni prin intermediul a trei stații de secționare dintre care stația mediană este prevăzută și cu o baterie de condensatoare-serie totalizînd circa 480 MVar.

Atît pe barele de 400 kV ale centralei Kuibîșev cît și în stația mediană de secționare sînt prevăzute reactoare de $3 \times$ $\times 50$ MVA care au ca rol așa cum s-a arătat mai sus să asigure o exploatare normală a liniei prin micșorarea pierderilor și a nivelului supratensiunilor interne. Datorită faptului că într-o primă etapă stațiile de secționare nu au transformatoare s-a hotărît racordarea reactoarelor direct la 400 kV. Totuși aceste stații intermediare au fost proiectate astfel încît ulterior să poată fi instalate transformatoare de 400/220 sau 400/110 kV. În cazul transportului de la centrala Stalingrad la Moscova stațiile intermediare vor avea transformatoare încă din prima etapă așa încît pe de o parte vor fi prevăzute compensatoare sincrone în aceste stații iar pe de altă parte reactoarele vor fi racordate la barele de 110 sau 220 kV (fig. 7).

3. Linii de transport de 400 kV

Puterile foarte mari care se transportă pe liniile de 400 kV impun condiții speciale de proiectare care să asigure o mare siguranță de funcționare; aceasta se impune cu atît mai mult cu cît de cele mai multe ori nu este, economic, rentabil să se construiască linii cu dublu circuit sau două linii paralele. În partea europeană a U.R.S.S. cu excepția arterelor Kuibîșev-Moscova și Stalingrad-Moscova care au cîte două linii paralele, celelalte linii sînt construite cu simplu circuit.

3.1. **Caracteristici electrice.** Liniile de 400 kV din U.R.S.S. sînt construite pentru o tensiune maximă de exploatare de 420 kV. Nivelul maxim al supratensiunilor interne nu întrece de trei ori valoarea maximă a tensiunii pe fază adică $3. \sqrt{2}. 420/\sqrt{3} = 1\,030$ kV.

Tabela 5

Tensiuni de încercare

Natura încercării	Stație			Între contactele deschise ale separatorului	Linie
	Izolație interioară	Izolație exterioară			
	transformatoare aparataj	descărcătoare	izolatoare		
La undă de impuls plină 1,5/40 μS (kV)$_{max}$	1 500	1 500	1 500	1 900	1800—2 000
La unde de impuls tăiate 2μS (kV)$_{max}$	1 800	1 800	1 800		
La frecvența industrială timp 1 min (kV)$_{ef}$	700—750*)	800	850	1 150	
Tensiunea de conturnare sub ploaie la 50 Hz (kV)$_{ef}$			700		775

*) 750 pentru reductorul de intensitate și întreruptor.

Instalațiile stațiilor și ale liniilor au fost încercate la tensiuni a căror valoare este indicată în tabela 5.

Liniile de 400 kV sînt protejate contra supratensiunilor atmosferice prin două conductoare de protecție dispuse pe toată lungimea liniei și care asigură un unghi de protecție de 15—20°. În același timp rezistența de punere la pămînt nu întrece 10 Ω.

Ambele linii au cicluri complete de transpunere între 180 și 240 km.

3.2. **Ipoteze și condiții de calcul**, speciale intervin la dimensionarea liniilor de 400 kV care diferă de prescripțiile utilizate în mod curent pentru linii de 110 și 220 kV. Pentru liniile de 400 kV au fost luate în considerare condițiuni meteorologice care pot interveni odată la 15 ani în raport cu condițiile care intervin odată la 5 ani, de care se ține seama la proiectarea liniilor cu tensiuni mai mici. S-au considerat în calcul ipoteze mai grele privind dimensionarea stîlpilor metalici și în anumite condiții rezistența admisibilă a fost micșorată. Pentru linia Kuibîșev-Moscova au fost determinate trei zone meteorologice cu încărcări de vînt și chiciură diferite arătate în tabela 6.

Tabela 6

Încărcare dată de vînt și chiciură pentru linia Kuibîșev-Moscova

	Viteza vîntului, m/s	Sarcina dată de vînt, kg/m	Grosimea stratului de chiciură, mm	Sarcina dată de chiciură, kg/m
Zona estică (circa 45 km)	35	2,36	15	1,02
Zona mediană (circa 175 km)	25	1,20	10	1,15
Zona vestică (circa 670 km)	25	1,20	5	0,5

Pentru celelalte linii sarcinile de calcul sînt arătate în tabela 7 în care se indică și celelalte caracteristici principale ale diferitelor artere.

Pentru a determina caracteristicile cele mai convenabile ale liniilor de 400 kV în condițiile U.R.S.S., Teploelectroproiect a studiat mai multe variante considerînd următoarele date: pentru toate variantele: trei conductoare pe fază cu

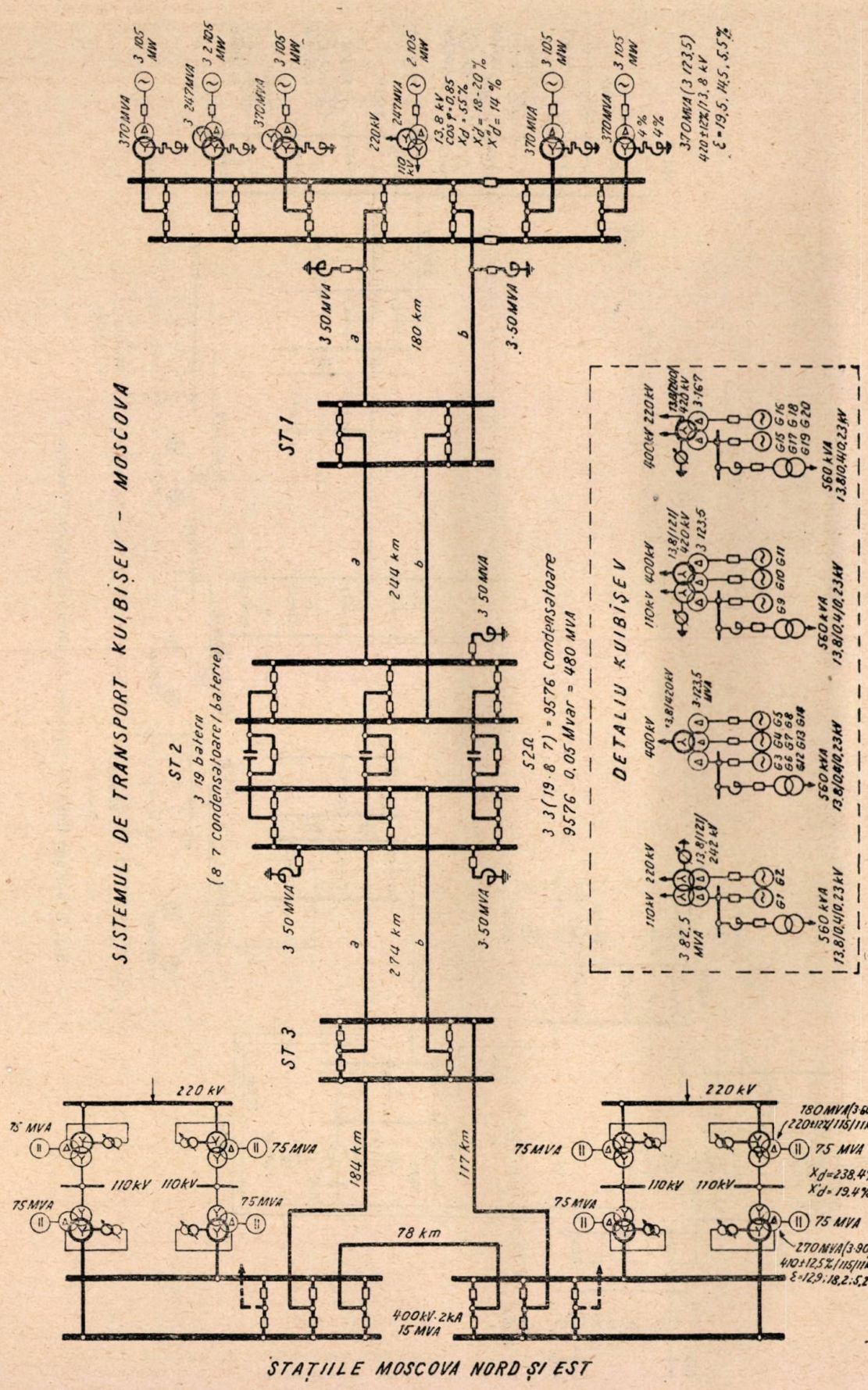


Fig. 6. Sistemul de transport Kuibișev-Moscova.

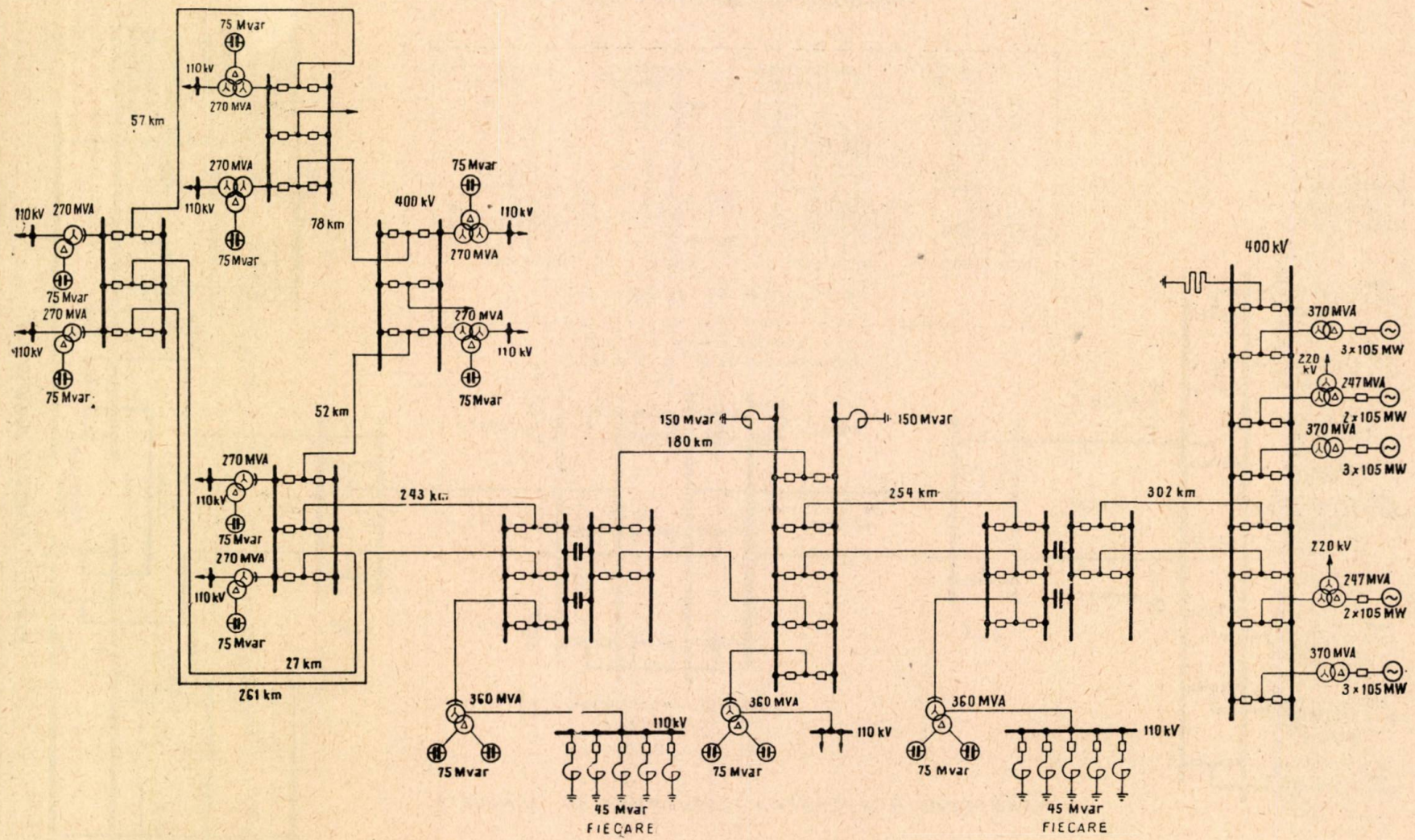


Fig. 7. Schema liniei de transport de 400 kV Stalingrad-Moscova.

Tabela 7

Date caracteristice pentru liniile de 400 kV din U.R.S.S.
(în curs de construcție și proiectare)

Denumirea liniei de 400 kV	Numărul de circuite	Secțiunea conductoarelor active de 01 A1 mm² A1/01	Deschiderea, m	Stîlp de susținere: tipul	Stîlp de susținere: greutatea, kg	Tipul clemei de susținere	Tipul fundației la stîlpii de susținere	Stîlpi de întindere și colț, greutate, t	Consum de material feros inclusiv pentru fundații, t/km	Natura traseului	Condiții de proiectare: Presiunea vîntului pe conductor, kg/m	Condiții de proiectare: Greutatea chiciură, kg/m	Observații
Kuibîșev-Moscova	2	3×480/60	460	portal	7,3	cu declanșare	toată fundația din beton	23—27,5	29,5	cîmpie	40	0,5	în funcție
			425									1,15	
Kuibîșev-Tatnieft	1	3×480/60	400	portal	8,6		tălpi și pile din beton armat	23—27,5	28,7	cîmpie	46	1,15	în construcție
Tatnieft-Zlatoust	1	3×480/60	400	portal cu ancore	7,2			23—27,5	27,2	munte	46	1,15	
Stalingrad-Moscova	2	3×480/60	400	portal	8,6			23—27,5	29,4	cîmpie	46	1,15	
Stalingrad-Donbas	1	2×712/93	370	monobloc cu o consolă	4,3			13	18,3		57	1,15	±400 kV c c
Troitsk-Celiabinsk	1	3×380/60	400	portal	8,6	cu reținere pentru efort limitat		23—27,5	31	cîmpie	46	1,15	proiectare
Votkinsk-Sverdlovsk	1	3×400/50	390	portal cu ancore	7,2			fără	23,4	munte	46	1,15	
Bratsc-Irkutsc	1	3×480/60	415	50% portal	8.6			fără	28	munte	57	1,15	
				50% portal cu ancoră	7,2								

secțiunea 480/60 mm² A1/01, o viteză a vîntului de 27 m/s (46 kg/m² presiune pe conductoare și 64 kg/m² presiune pe stîlpi), greutatea stratului de chiciură de 1,14 kg/m conductor, lungimea liniei de 1 000 km, numărul de circuite două, înălțimea stîlpilor 27 m, deschiderea 400 m, calitatea oțelului S 3 (3 400 kg/mm² = σ_r). Au fost luate în considerare următoarele variante :

1. Linie pe stîlpi de susținere portali cu cleme cu declanșare. Stîlpii de întindere și colț portali dublu A cu picioare suplimentare oblice cu cleme de întindere cu compresiune ; fundații din beton armat.

2. Linie cu stîlpi de susținere portali cu cleme fixe care la ruperea conductorului duc la deformarea traversei la cel mult patru stîlpi (două de fiecare parte a locului avariat). Stîlpii de întindere lipsesc iar cei de colț pînă la 20° sînt de tip portal cu ancore și avînd conductoarele fixate în lanțuri de susținere. Fundațiile din beton armat.

3. Stîlpii de susținere articulați cu ancore din conductoare de oțel cu cleme fixe calculați în aceleași condiții ca mai sus. Restul la fel ca pct. la 2.

4. Stîlpi de susținere articulați ca la pct. 3 cu cleme cu declanșare. Stîlpi de întindere ca la pct. 1 Fundații de beton armat.

5. Linie cu dublu circuit. Cleme fixe. Stîlpi de întindere și colț cu lanțuri de întindere. Fundații din beton monolit.

Tabela 8

Comparația tehnico-economică a variantelor

Varianta	Consum de metal pentru stîlpi: 10^3 t	Consum de metal pentru stîlpi: %	Volum fundații m^3	Preț: 10^3 ruble	Preț: %
1	58,5	100	59,3	801,7	100
2	67,8	108	40,0	831,2	104
3	54,9	93,5	46,0	808,6	101
4	51,5	88	54,7	791,7	99
5	61,1	102	84,0	837,6	105

Făcîndu-se calcule comparative pentru același număr de stîlpi de 5 113 (2 556 în cazul liniei cu dublu circuit varianta 5) s-a ajuns la rezultatele din tabela 8.

Pe trasee muntoase și în păduri unde se consideră admisibilă montarea stîlpilor ancorați rezultă în mod net avantajul acestora.

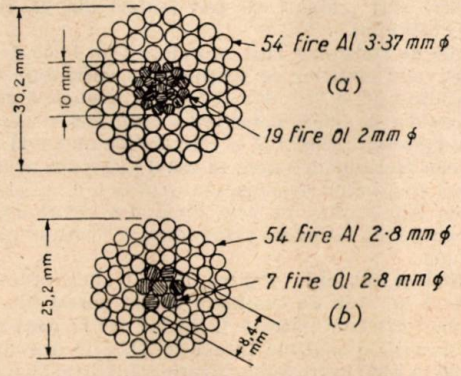
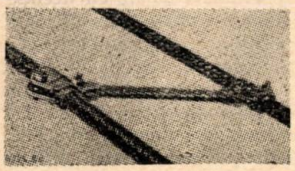


Fig. 8. Construcția conductoarelor pentru linii de 400 kV

3.3. **Conductoare, cleme, izolatoare.** S-a căutat să se obțină o cît mai mare ușurare a sarcinilor liniilor. O primă măsură luată a fost ușurarea conductoarelor prin adoptarea unei cantități reduse de oțel ; au fost dezvoltate conductoare cu raportul 01/A1 1/8 în loc de 1/4, 4—1/5,1 pentru conductoarele liniilor de 110 și 220 kV.

Au fost alese conductoare de 01A1 (marca ASO) cu secțiunea de aluminiu de 480 mm² și secțiunea de oțel de 59,7 mm²

(pentru jumătate din inelul Moscovei conductoare AŠO 432/43,1 mm²) fig. 8. Diametrul total al conductoarelor 480/60 este de 30,2 mm, greutatea este 1 815 kg/km, iar forța de rupere 14,4 t. Tracțiunea maximă în mantaua de aluminiu este de 8 kg/mm², coeficientul de siguranță al conductorului fiind de 2,75. Fiecare fază este formată din trei conductoare fasciculare dispuse în vîrful unui triunghi echilateral cu latura de 40 cm. Conductoarele de protecție, în număr de două, au secțiunea de 70 mm² 01 130.



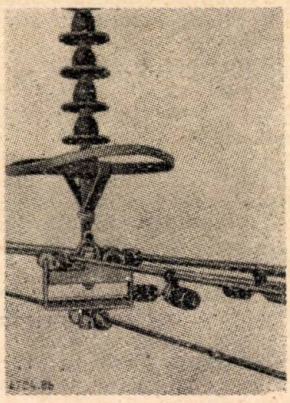


Fig. 9. Clemă de susținere, amortizoare și piesă de distanță.

Stîlpii de susținere au fost calculați luînd în considerare numai eforturile normale. Pentru a nu dimensiona stîlpii la eforturile longitudinale care apar la ruperea conductoarelor au fost utilizate cleme cu declanșare automată sau cleme cu reținere pentru efort limitat care fac posibil, chiar și în cazul ruperii celor trei conductoare fasciculare de pe o fază, să nu se depășească o forță maximă de 1,5—2 t.

Dispoziția conductoarelor fasciculare și a clemelor cu declanșare este arătată în fig. 9.

De asemenea sînt arătate piesele de distanță montate între două conductoare ciclic la distanțe de circa 30 m precum și dispozitivele de amortizare a vibrațiilor (tip Stockbridge). Experiența de exploatare a arătat necesitatea prevederii la fiecare grupă de trei piese de distanță a unei prinderi comune a celor trei conductoare fasciculare, care asigură menținerea poziției relative a conductoarelor scindate.

Stîlpii de susținere sînt echipați cu lanțuri simple de izolatoare capă și tija tip π7 și π8,5 (185×300 mm, respectiv 200×320 mm; sarcina de încercare 7 respectiv 8,5 t) compuse din 22 elemente totalizînd o lungime de 5,4 m. Stîlpii de întindere sînt echipați cu trei lanțuri din 22 elemente π11 (215×350 mm).

Lanțurile de izolatoare sînt protejate prin inele de gardă. Am arătat rolul clemelor de susținere cu declanșare în obținerea unei ușurări a stîlpilor (30—40% economii de metal feros). Sistemul de fixare colectivă a celor trei cleme (fig. 9) asigură o declanșare selectivă și care are loc numai la ruperea tuturor celor trei conductoare; în cazul încărcării neuniforme cu chiciură clemele nu declanșează pînă la o diferență de încărcare de 200—250% în cele două deschideri adiacente.

Drept cleme de întindere și înnădire se folosesc cleme cu compresiune.

3.4. **Stîlpi și fundații.** Pentru linia Kuibîșev-Moscova a fost adoptat un stîlp de susținere de tip portal (fig. 10) cu pilonii avînd secțiune pătrată (2,4×2,4 m² la bază și 0,6×0,6 m² la vîrf) o înălțime totală de 29,75 m deasupra fundației și 27 m pînă la traversa superioară. Distanța între faze este de 10,5 m, săgeata și distanța la sol respectiv de 13,6 și 9 m. La traversări de drumuri și căi ferate s-a adoptat o distanță la sol de 9,5 m.

Deschiderea variază între 420 și 460 m. Stîlpul este realizat din oțel obișnuit (ST-3) avînd o limită de elasticitate de 2 400 kg/cm² și o rezistență la rupere de 3 900 kg/cm². Greutatea stîlpului de susținere este de 7,3 t și corespunde pentru condițiile obișnuite de traseu unde s-a adoptat o viteză a vîntului de 25 m/s (ceea ce revine la circa 40 kg/m² asupra conductoarelor și 55 kg/m² asupra stîlpilor) și la o greutate a stratului de chiciură de 1,15 kg/m. Pentru linia Stalingrad-Moscova cît și pentru anumite porțiuni ale liniei Kuibîșev-Moscova au fost utilizați și stîlpi similari cu o rezistență sporită, pentru condiții de traseu și meteorologice mai grele, care au o greutate de 8,6 t.

Tabela 9

Tipuri de fundații pentru stîlpi de susținere

Nr. crt.	Lungimea traseu, %	Natura solului	Tipul fundației
1	52	tare și uscat	fundații separate din beton — 12 m³
2	13	slab	fundații metalice cu tălpi din beton armat
3	35	slab cu apă	fundații din beton masiv

La stîlpii de susținere au fost alese trei tipuri de fundații ale căror caracteristici în funcție de natura solului sînt arătate în tabela 9. Fundația nr. 1 s-a dovedit a fi foarte economică și s-a pretat la mecanizarea lucrărilor de săpătură, în acest scop utilizîndu-se mașina burghiu B 1—7 care dădea găuri de 0,8 m Ø și 2,7—3 m adîncime. Aceste găuri (8 pentru un stîlp de susținere) erau lărgite la bază pînă la un diametru de 1,4—1,6 m. Volumul unei astfel de fundații este de 1,5 m³ (12 m³ pe stîlp) iar factorul de siguranță între 2,8 și 4. Pentru liniile noi se are în vedere construirea unor fundații prefabricate (fig. 11, *b*) din beton armat (8 fundații a 1,16 m³).

Stîlpii de susținere ai liniilor de 400 kV din Ural și Siberia vor fi portali articulați prevăzuți cu ancore (fig. 12, *b*). Acești stîlpi conduc la o economie de metal de 16% și la o scădere a volumului fundațiilor la 3 m³ pe stîlp.

Utilizarea clemelor cu declanșare face necesară existența la 7 — 10 km a unor stîlpi de întindere pentru a limita secțiunea pe care conductoarele cad la pămînt în caz de rupere. La unele din ultimele linii proiectate (tabela 7) prin utilizarea unor cleme cu efort limitat în care conductorul alunecă dar nu cade la pămînt s-au putut suprima stîlpii de întindere (liniile Votkinsk-Sverdlovsk și Bratsc-Irkutsk) obținîndu-se în acest fel economii de 3—4% de metal feros, de 20% la izolatoare și reduceri foarte importante ale volumului specific al fundațiilor pe km.

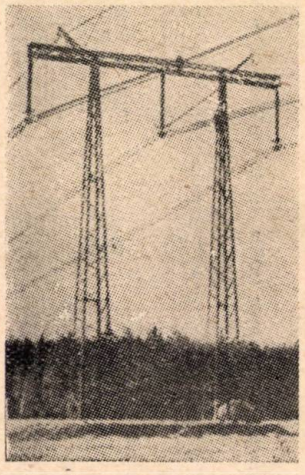


Fig. 10. Stîlp de susținere portal.

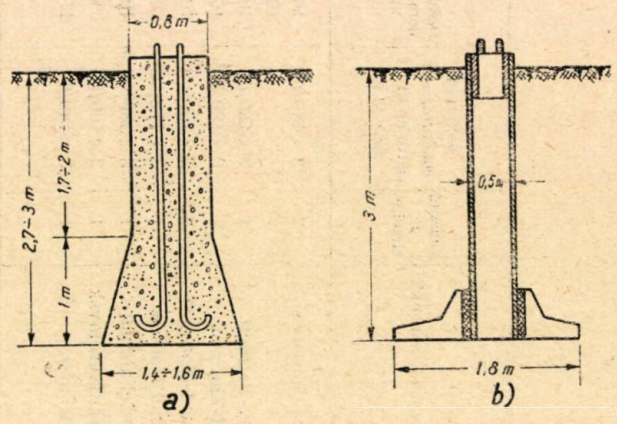


Fig. 11. Fundații pentru stîlp de susținere.

La liniile pentru care s-au utilizat stîlpi de întindere, s-a căutat ca aceştia să fie contopiţi cu stîlpii de colţ şi au forma unor portali dublu A, fiecare picior fiind constituit dintr-o grindă cu zăbrele ; suplimentar există o grindă aranjată oblic

Pentru traversarea fluviului Oka s-au utilizat stîlpi speciali tip „ceaşcă" (*Y*) (fig. 14) care au înălţimea de 56,5m şi trei conductoare fasciculare din bronz de 300 mm². Traversarea se face pe doi stîlpi de susţinere în vecinătatea cărora se gă-

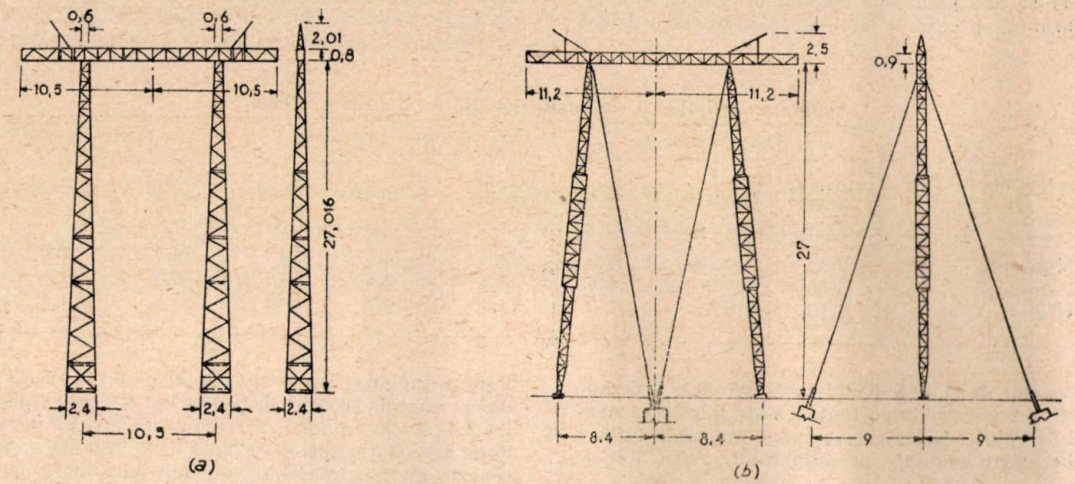


Fig. 12. Stîlpi de susţinere pentru linii de 400 kV.

dă pă bisectoarea unghiului astfel încît unul sau fiecare din cele două picioare ale portalului este format dintr-o piramidă triunghiulară compusă din grinzi cu zăbrele (fig. 13).

sesc stîlpi de întindere. Deschiderile sînt 366, 700 m peste Oka şi 282 m. Drept lanţuri de izolatoare sînt folosite lanţuri triple de susţinere şi cîte şase lanţuri de întindere per fază

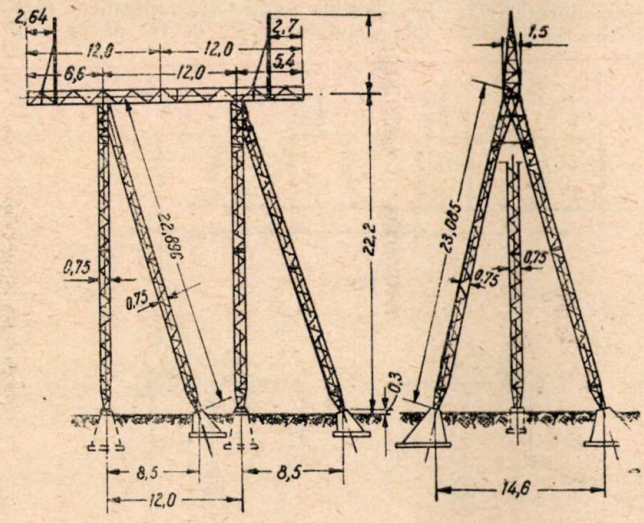


Fig. 13. Stîlp de întindere pentru linia de 400 kV.

Înălţimea totală deasupra solului este 29,2 m iar cea a traversei este de 22,2 m. Distanţa între picioarele portalului este de 12 m iar deschiderea *A* are la bază 14,6 m. Secţiunea unei grinzi cu zăbrele are 0,75×0,75 m². Greutatea stîlpilor de întindere şi colţ este arătată în tabela 10.

Tabela 10

Tipul stîlpului de întindere şi colţ		Numărul picioarelor suplimentare oblice	Greutatea, t
Pentru un unghiu	0—15°	1	23,1
	15—30°	2	26,5
	30—40°	2	26,6
	45—60°	2	27,8

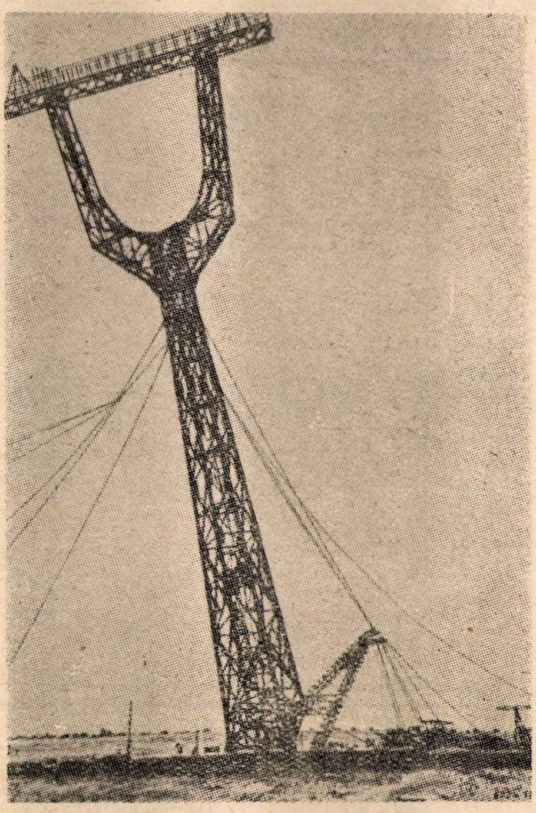


Fig. 14. Stîlp de traversare a fluviului Oka.

constituite din elemente π—11. Pentru traversarea riului Usa s-au utilizat patru stîlpi de întindere cu deschiderile 350, 1 100 m peste Usa, 300 m. Stîlpii de traversare sînt de 70 m înălţime, conductoarele jumelate utilizate fiind din bronz-oţel cu secţiunea 2×143,3 mm²/50,9 mm² (Bz/01). S-au utilizat nouă lanţuri de întindere pe fază prinse cu armături

speciale care să uniformizeze tracțiunea asupra celor nouă lanțuri.

Conductoarele de protecție pentru aceste traversări au o secțiune de 100 mm².

În tabela 11 se dau greutățile stîlpilor de susținere și întindere și consumul specific de laminate pentru stîlpi și fundații pe km.

4. Stații de 400 kV

În schemele din figurile 6 și 7 se arată numărul și utilajul principal al stațiilor de secționare, de compensare și terminale. Schema electrică aleasă pentru stațiile de 400 kV este de tipul poligonal (în general triunghi sau patrat) sau schemă cu bare duble cu două întreruptoare pe linii și cu două transformatoare legate direct fiecare la una din cele două bare.

Tabela 11

Greutatea stîlpilor și consumul specific de laminate în tone

Denumirea liniei	Stîlpi de susținere			Stîlpi de întindere			Greutatea specifică t/km		
	Deasupra solului	În fundații	Total	Deasupra solului	În fundații	Total	Deasupra solului	În fundații	Total
Kuibîșev-Moscova	7,30	0,30	7,6	23,9	0,8	24,7	26,7	1,6	28,3
Stalingrad-Moscova	8,60	1,30	9,9	23,3	0,8	24,1	26,9	1,6	28,5
Kuibîșev-Ural	7,15	0,45	7,6	23,3	0,2	24,1	25,8	1,4	27,2

Construcția celor două linii Kuibîșev-Moscova a necesitat utilizarea unei mecanizări importante; s-au folosit excavatoare, mașini de găurit, buldozere, screpere, macarale, turnuri telescopice, betoniere montate pe automobil, prese hidraulice etc.

Totalul lucrărilor efectuate cuprind :

lucrări de pămînt	700 000	m³
lucrări de beton	200 000	m³
montajul unor construcții metalice	47 000	t
montajul conductoarelor active de protecție	35 000	t

Pentru regiunea Moscovei a reieșit avantajos să se transforme direct energia electrică de la 400/115 kV prin transformatoare de 270 MVA, legătura cu rețeaua de 220 kV făcîndu-se prin două transformatoare 110/220 kV de 180 MVA. Transformatoarele au trei înfășurări, înfășurarea a treia de 11 kV servind pentru racordarea compensatoarelor sincrone de 75 MVA și a transformatoarelor buster cu dispozitive de reglaj sub sarcină ± 12 %. Schema electrică a uneia din stațiile coborîtoare de pe inelul Moscova este arătată în fig. 15.

Stațiile de transformare sînt de tip exterior cu bare flexibile distanța între faze la 400 kV fiind de 6—6,5 m, iar deschiderea celulei 28 m. Lungimea celulei de linie în noile proiecte ameliorate, care țin seama de experiența cîștigată în construcția arterei Kuibîșev-Moscova, este de 161 m (fig. 16).

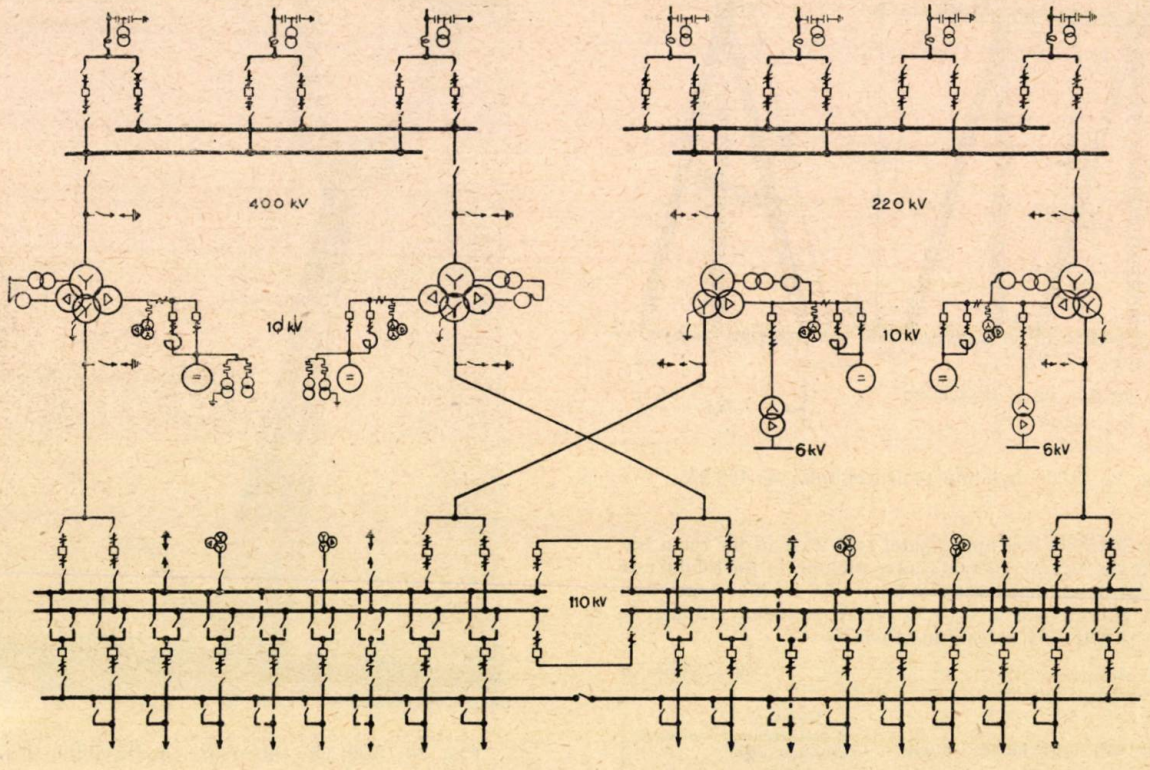


Fig. 15. Schema stației Nord.

De-a lungul traseului la fiecare 60—100 km s-au prevăzut puncte de reparație și control iar la fiecare 300—500 km, centre raionale de întreținere dotate cu ateliere speciale.

Caracteristicile principale ale liniilor de 400 kV din U.R.S.S. sînt arătate în tabela 7.

Acest nou tip de celulă care va fi utilizată pentru arterele Stalingrad-Moscova și Kuibîșev-Ural conduce la economii la partea de construcție a stației aeriene de 400 kV, de circa 20 %.

Distanța minimă între părțile sub tensiune și cele puse la pămînt a fost considerată la proiectare de 3,75 m (corespun-

zătoare nivelului de izolație la unda de impuls de 1 800 kV) și a fost luată efectiv de 4,5—5,75 m. Aparatajul din stație nu are îngrădiri deoarece părțile sub tensiune sînt cel puțin la cota 6,25 m iar soclurile inferioare ale izolatoarelor diverselor aparate la cota superioară lui 2,5 m. Dispoziția în plan a unei stații de 400/220/115 kV este arătată în fig. 17.

Actualmente stațiile intermediare de secționare de pe linia Kuibîșev-Moscova au rol numai de conexiune și permit separarea tronsonului de linie defect. Schema în patrat adoptată permite efectuarea reviziei oricărui întreruptor fără întreruperea continuității arterei. Constructiv aceste stații nu diferă de dispozițiile adoptate pentru stațiile de transformare; astfel se are în vedere introducerea ulterioară și a unor transformatoare pentru a crea puncte de distribuție.

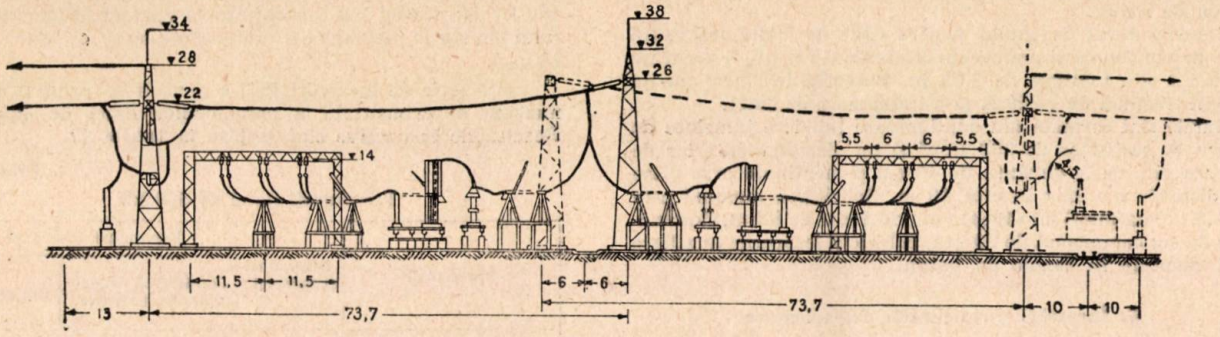


Fig. 16. Secțiune printr-o celulă a unei stații exterioare de 400 kV.

Stația intermediară de secționare și compensare de pe linia Kuibîșev-Moscova nu diferă de celelalte decît prin existența suplimentară a trei grupe de reactoare monofazate de 3×50 MVA și a unei baterii de condensatoare de circa 480 MVA compusă din elemente KπM — 0,6—50—1 avînd următoarele caracteristici: tensiunea 600 V, curentul 83,3 A, putere 50 kVar, reactanța capacitivă 7,2 Ω.

Echipamentul electric montat în diverse stații este în întregime produs în U.R.S.S. și are următoarele caracteristici principale:

Transformatoarele de 400 kV sînt monofazate cu răcire forțată. Transformatoarele ridicătoare au puterea de 370 MVA fiind formate din trei unități monofazate de 123,5 MVA. Cele cu două tensiuni au raportul de transformare 13,8/420 kV, conexiunea triunghi/stea cu neutrul legat direct sau printr-o mică rezistență la pămînt. Greutatea este 297 t (fără ulei 200 t). Gabaritele sînt: înălțime 10,1 m, lățime × lărgime 4,6×9,7 m. Tensiunea de scurtcircuit este 12,5%. Cele cu trei tensiuni au raportul de transformare 13,8/121/420 kV și conexiunea triunghi/stea/stea. Tensiunile de scurtcircuit ale acestor transformatoare sînt IT—MT = 19,5%; IT—JT = = 14,5%; MT—JT = 5,5%. Autotransformatoarele ridicătoare au puterea de 500 MVA (3×167 MVA) și raportul de transformare de 13,8/24?/420 kV, conexiunea triunghi/stea comună. Greutatea este de 360 t (greutatea uleiului 145 t) iar gabaritele 11,01 înălțime și 12,5×7,77 m în plan. Tensiunile de scurtcircuit sînt IT — MT = 10,45%; IT—JT = = 5,10%; MT—JT = 40,5%.

Transformatoarele coboritoare au puterea de 270 MVA (3×90 MVA) și raportul de transformare 410/115/11 kV cu 420/242/11 kV. Tensiunile de scurtcircuit sînt respectiv IT—MT = 10,5%; IT—JT = 19,5%; MJ—JT = 9% și IT—MT = 10,5%; IT—JT = 15,5%; MT—JT = 12,5%.

Aceste unități au greutăți și gabarite similare tipurilor ridicătoare.

Separatorul pentru 1,5 și 2 kA acționat cu motor de c.a. are o greutate de 6 t/pol, o înălțime de 5,2 m, o lungime de 8,6 m și o lățime de 2,5 m; lungimea cuțitului este de 5 m.

Întreruptorul cu aer comprimat cu cuțit exterior pentru un curent nominal de 2 kA și o putere de rupere 10 și 15 GVA

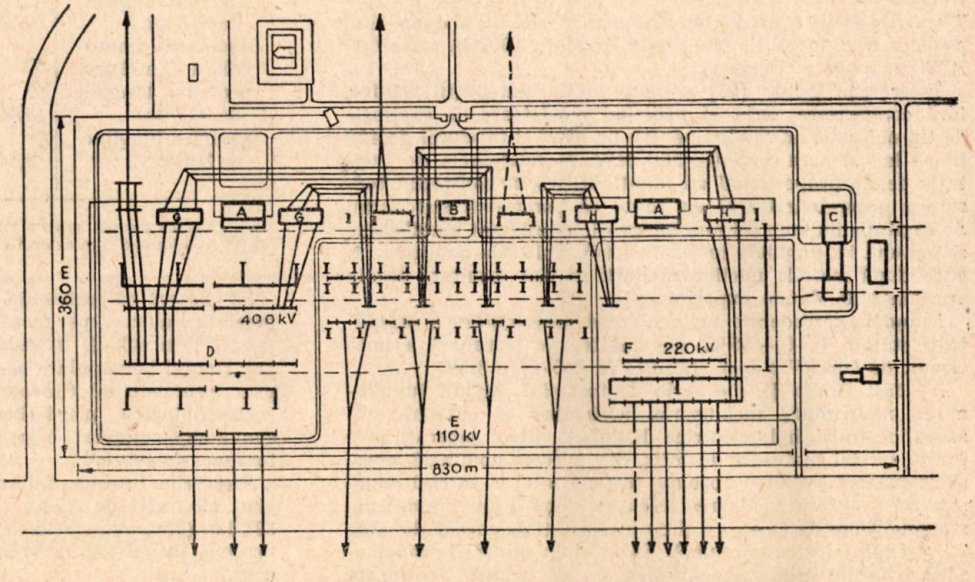


Fig. 17. Plan de amplasare a unei stații de 400/110/220 kV.

are un timp total de acționare de trei perioade. Greutatea este de 17 t/pol iar gabaritele sînt: înălțime 11,8 m, lungime 9 m, lățime 3 m; lungimea cuțitului 4,6 m.

Reductorul de tensiune este de tip cascadă cu raportul de transformare (420 kV/$\sqrt{3}$)(100V/$\sqrt{3}$)(100 V). Consumul de putere 300 VA, clasa 0,5, greutatea 6,4 t, înălțimea 5,5 m.

Reductorul de intensitate de asemenea de tip cascadă cu raportul de transformare (2 kA — 1 kA — 0,5 kA)/1A. Greutatea este 5 t/pol și înălțimea 7,35 m.

Descărcătorul catodic este de două tipuri : suspendat care are o greutate de 2,5 t şi o lungime de 12 m şi tipul suport cu o greutate de 6 t şi o înălţime de 11 m.

Reactorul de şuntare are o putere de 150 MVA (3×50) avînd punctul neutru legat direct la pămînt. Greutatea este din 140t (cea a uleiului 60 t); înălţimea reactorului este de 11,5 m.

Compensatorul sincron funcţionînd la o tensiune de 11 kV are o putere de 75 MVA şi o turaţie de 750 rot/min fiind răcit cu hidrogen. Este instalat în aer liber şi are o greutate totală de 274 t, o lungime de 9,85 m şi o înălţime de 3,9 m de la placa de fixare.

Condensatorul de cuplaj pentru căile de înaltă frecvenţă este de tip suport şi are o capacitate de 6 250 pF, o greutate de 3,5 t şi o înălţime de 7,28 m. Bobinele de blocaj au un curent nominal de 1 850 A şi o inductanţă de 2mH.

Barele sînt formate din conductoare tubulare jumelate de cupru cu secţiunea de 300 mm² şi un diametru exterior de 36 mm dispuse la distanţa de 40 cm şi menţinute prin piese de distanţă montate la cîte 10 m. Solicitarea maximă este de 1,8 t (3 kg/mm²) iar săgeata maximă este de 8,5 m. Conductele de aer comprimat de 20 ata, cablele şi legăturile auxiliare sînt montate în canale de beton.

5. Încercări şi rezultatele de exploatare

Staţia Moscova Est (Noginsk) începută în martie 1953 a fost terminată în noiembrie 1955 în acelaşi timp cu una din cele două linii de 400 kV.

Deoarece în raionul Djigule din vecinătatea centralei Kuibîşev nu fuseseră terminate lucrările de montaj ale conductoarelor din cauza problemelor dificile de traseu (traversarea rîpei Iabloneva) linia de 400 kV a fost pusă sub tensiune din staţia Moscova Est, efectuîndu-se o serie de măsurători şi încercări. La 30 aprilie 1956 prima linie de 400 kV Kuibîşev-Moscova de 815 km a fost dată în exploatare. La 30 decembrie 1956 a fost dată în exploatare şi a doua linie de 400 kV, staţia Moscova Nord (Bescudnic) cît şi legătura de 400 kV din inelul Moscova între staţia Nord şi staţia Est. În intervalul aprilie-decembrie 1956 prima linie de 400 kV a transportat o putere de 500—520 MW şi o energie de 1,75 TWh. După intrarea în funcţiune şi a celei de a doua linii puterea transportată a crescut în februarie 1957 la peste 800 MW (pe ambele circuite).

Încercările făcute [13] privind limita stabilităţii statice, fără compensare serie şi utilizînd regulatoare de excitaţie de tip obişnuit, au condus pentru un nivel al tensiunii de 420 kV — la valoarea de 560—580 MW. Regulatoarele de excitaţie de tip proporţional au menţinut practic constantă tensiunea generatoarelor şi cu toate că parametrii sistemului de excitaţie nu erau cei mai adecvaţi, au asigurat stabilitatea sistemului la unghiuri în jurul a 90°. Calculele analitice făcute după metoda micilor oscilaţii au dat rezultate foarte apropiate de datele experimentale.

Luînd în considerare un coeficient de asigurare a stabilităţii statice de 10—15%, capacitatea de transport a unui circuit de 400 kV a fost stabilită la 500—470 MW.

Au fost făcute [14] o serie de încercări privind funcţionarea nesincronă, anclanşarea nesincronă şi autosincronizarea centralei hidroelectrice Kuibîşev. Cînd generatoarele aveau sarcini mai mici de 50% din puterea nominală autosincronizarea avea loc aproape instantaneu ; la sarcini depăşind 50% autosincronizarea avea loc după o funcţionare nesincronă timp de 15—20 s şi cu intensităţi de curent de circa 2,9 ori intensitatea nominală. În privinţa utilizării reanclanşării trifazate asincrone experienţele au arătat că durata necesară este de 0,3 — 0,4 s. Au fost făcute de asemenea experienţe [23] de reanclanşare monofazată ca urmare a unor puneri la pămînt monofazate prin arc pentru lungimi ale liniei între 117—815 km. Experienţele au arătat că pentru lungimi mai mari de 300 km timpul de persistenţă a arcului depăşeşte 0,26 s. Ţinînd seamă că la o lungime de circa 290 km are loc o rezonanţă între capacitatea liniei şi reactorul de şuntare — în care caz arcul se poate să nu se stingă — apare necesar (pentru utilizarea reanclanşării monofazate în special pe tronsoanele între staţiile intermediare a căror lungime se apropie de rezonanţă) ca reactorul să fie deconectat în acelaşi timp cu linia.

Problema foarte importantă legată de nivelul supratensiunilor interne a fost experimentată [15] pentru a se determina efectul deconectării transformatoarelor, a reactoarelor de şuntare, a liniei şi transformatoarelor în gol precum şi alte diverse regimuri ce pot surveni în exploatare.

Pentru toate încercările făcute valoarea supratensiunilor nu a depăşit 3,2 V_{max} (unde V_{max} = tensiunea maximă pe fază) în cele mai multe încercări valorile supratensiunilor fiind cuprinse între 1,5—2,6 V_{max}. În mod cu totul excepţional pentru un regim cu un număr minim de generatoare la centrala Kuibîşev şi cu un scurtcircuit monofazat pe barele de 400 kV ale staţiei Est s-a obţinut la contactele întrerupătorului din staţia mediană o supratensiune de 4V_{max} (circa 1 400 kV_{max}).

O altă serie de încercări [24] a avut drept rezultat determinarea experimentală a parametrilor liniei de 400 kV. Rezultatele respective sînt incluse în tabela 12.

Tabela 12

Parametrii liniei de 400 kV

Parametrul	Determinat experimental	Determinat prin calcul	
		Considerînd conductoare de protecţie	Din proiect
Capacitatea homopolară C_0 μF/km	0,00878		0,00867**)
Capacitatea între faze C_{12} μF/km	0,001030	0,001060	0,001276
Capacitatea de serviciu C_s=Co + 3 C_{12} μF/km	0,01187	0,01185	0,01250
Rezistenţa R_1 Ω/km	0,0236		0,0220
Inductanţa L_1 m H/km	0,946		0,948
Rezist. homopolară R_0 Ω/km			
pentru o lungime de 117 km	0,365	0,282/0,359 *)	
pentru o lungime de 391 km	0,257	0,275/0,348 *)	0,171
Inductanţa homopolară L_0mH/km			
pentru o lungime de 117 km	3,466	3,410	
pentru o lungime de 391 km	3,446	3,560	2,970

*) Pentru recond. prot. = 1,5÷2 Ω/km
**) Considerînd conductorul de protecţie

Se observă că rezistenţa şi inductanţa de secvenţă directă prezintă valori experimentale apropiate faţă de cele determinate prin calcul. În ceea ce priveşte valorile rezistenţei şi inductanţei homopolare acestea diferă mult de cele calculate prin formulele lui Carson.

Determinarea pierderilor Corona alcătuieşte, aşa după cum e bine cunoscut, o preocupare principală la linii de înaltă tensiune de 400 kV.

Pierderile Corona determinate experimental pentru lungimi ale liniei de 117 km (Moscova staţia de conexiune 3) şi 391 km (Moscova-staţia de conexiune 2) au condus la valori maxime de 15—16 kW/km pentru cele trei faze pe timp urît.

Aceste valori erau mai mici decît cele determinate la staţia experimentală din Leningrad (18 kW/km).

Pentru timp frumos s-au obţinut valori de 3 kW/km mult superioare celor determinate pe linia experimentală care erau de 0,6 kW/km. Diferenţa este explicată datorită faptului că în timpul încercărilor conductoarele liniei Kuibîşev-Moscova erau în „proces de formare", proces care durează 6—12 luni.

În timpul exploatării liniei de 400 kV au fost marcate de opt ori dansuri ale conductoarelor. Într-unul din cazuri toate cele trei faze au prezentat amplitudini de 7—8 m, iar în alt caz o fază prezenta amplitudini de 2—4 m.

După ce s-a trecut la fixarea tuturor celor trei conductoare a unei faze prin legături de grup, amortizoarele montate au prevenit în toate cazurile apariția acestor efecte. În exploatare și în încercări nu au apărut nici un fel de defecte ale echipamentului utilizat.

6. Problemele de viitor ale sistemului de 400 kV — Trecerea la 500 kV.

Problemele funcționării stabile ale unor linii de transport lungi și încărcate care sînt încadrate într-un sistem complex sînt mult mai greu de rezolvat decît problemele de stabilitate care se pun pentru transporturi izolate de la centrale hidroelectrice la un sistem consumator.

S-a arătat mai sus că liniile Kuibîșev-Moscova și Stalingrad-Moscova vor fi încadrate într-un sistem unitar care unește toată partea europeană a U.R.S.S. Condițiile mai grele din punct de vedere al stabilității, al mărimii capacității de transport care apar în acest caz cum și necesitatea sidicării rentabilității transportului de energie electrică impun să se cerceteze capacitatea liniilor menționate de a funcționa la o tensiune de 500 kV.

Posibilitatea practică de a efectua această trecere se bazează pe oarecari rezerve pe care le prezintă izolația liniei și a stațiilor terminale în raport cu nivelul efectiv al supratensiunilor interne care au putut fi verificate prin încercări și în exploatare.

În paragraful anterior s-a arătat că nivelul supratensiunilor interne verificate experimental este de ordinul $1{,}6 \div 3\ V_{max}$. Printr-o serie de măsuri speciale cum ar fi utilizarea unor întreruptoare prevăzute cu rezistențe de șuntare, prevederea unor întreruptoare pe reductoarele de tensiune cu circuit electromagnetic, șuntarea instalațiilor de compensare serie înainte de deconectarea scurtcircuitului, montarea unor reactoare de șuntare fără întreruptor, se poate reduce nivelul supratensiunilor interne la $2{,}5\ V_{max}$.

Eficacitatea acestor măsuri poate să fie foarte mult favorizată prin dotarea instalațiilor cu un nou tip de descărcător catodic care să prezinte o tensiune de amorsare micșorată și să poată acționa și la supratensiuni interne limitîndu-le la $2{,}5\ V_{max}$.

Această micșorare a nivelului supratensiunilor interne arată că la tensiunea de 500 kV instalațiile se vor comporta pentru o supratensiune de $2{,}5\ V_{max}$ la fel ca la tensiunea de 400 kV pentru $3\ V_{max}$.

Linile Kuibîșev-Moscova și Stalingrad-Moscova au fost proiectate pentru a transporta la tensiunea de 400 kV și la distanța de 800—1 000 km puteri în jurul a 1 100 MW utilizîndu-se mijloacele arătate în fig. 6 și 7.

O serie de calcule [12], [27], [28] făcute de candidatul în științe tehnice D. I. Azarev au arătat că ridicînd tensiunea la 435—440 kV la cele două capete ale liniei Kuibîșev-Moscova puterea poate fi crescută la 1 350 MW cu un coeficient de siguranță al stabilității statice de 23%. Dacă tensiunea se ridică la 500 kV capacitatea de transport crește la 1 800 MW. Ținînd seamă că la stațiile Moscova posibilitatea trecerii la 500 kV este ușurată de faptul că la transformatoarele existente, prin schimbarea conexiunilor înfășurărilor de 400 și 100 kV după o schemă în autotransformator se poate obține ușor tensiunea de 500 kV *), a fost luat în considerare un regim de transport original care prezintă căderi de tensiune negative (curba 2 din fig. 18). Într-adevăr pentru o tensiune de 440 kV la barele centralei Kuibîșev și 500 kV la barele Moscova se poate transporta o putere de 1 650 MW cu un coeficient de siguranță al stabilității statice de 23%. Dacă

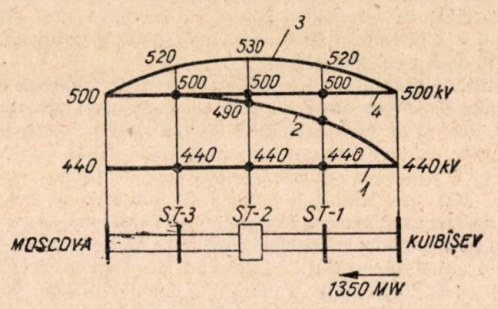


Fig. 18. Nivelul tensiunilor pe linia Kuibîșev-Moscova

se renunță la compensarea longitudinală serie (bateria de condensatoare din stația 2 totalizînd circa 480 MVA—32 Ω), atunci capacitatea de transport este de 1 350 MW pentru un coeficient de siguranță al stabilității statice de 19%.

Pentru linia Stalingrad-Moscova mărirea capacității de transport la 1 500 MW se poate face la tensiunea de 400 kV instalînd în cele trei stații intermediare, fig. 4, compensatoare sincrone totalizînd 300 MVA, fie 2 compensatoare sincrone și 2 baterii de compensare longitudinală de cîte 225 MVA. La tensiunea de 500 kV aceeași putere transportată nu necesită compensare și coeficientul de siguranță al stabilității statice crește de la 15 la 22% în regim normal. Pentru a mări coeficientul de siguranță al stabilității în regimul de avarie (2—6%) trebuie să se utilizeze în stațiile intermediare în afară de compensatoarele sincrone și condensatoare derivație montate în paralel (în acest regim).

Caracteristici și bază de prețuri *Tabela 13*

	Unitate	pentru tensiunea		
		400 kV		500 kV
Nivelul supratensiunii interne	kV	$3\ V_{max}$	$2{,}5\ V_{max}$	$2{,}5\ V_{max}$
Distanța liniei la pămînt	m	8	7,5	8
Distanța între faze	m	10,5	9,3	11
Înălțimea stîlpului	m	27	27	27
Deschiderea normală	m	400	425	400
Numărul izolatoarelor unui lanț de susținere		20	17	20
Costul unui km linie	10^3 ruble	299,3	288,3	301
Autotransformatoare				
de 270 MVA $U_2 = 110$ kV	rub/kVa	21	17,8	23,6
de 500 MVA $U_2 = 220$ kV	rub/kVA	14,5	12,3	19,9
Transformatoare				
de 370 MVA $U_2 = 13{,}8$ kV	rub/kVA	29,2	24,8	30,6
Celula întreruptor	10^6 rub.	3,7	3,52	3,96
Compensarea longitudinală la 400 kV	rub/kVA	105	105	—

O mare importanță o are mărirea tensiunii de la 400 la 500 kV pe linia Kuibîșev-Bugulma-Ufa-Zlatoust care leagă centrala hidroelectrică Kuibîșev cu sistemul din Ural. Transportul unei puteri de 500 MW la tensiunea de 400 kV (200

*) Această posibilitate a fost verificată experimental timp de cîteva zile și nu a dat naștere la fenomene supărătoare. În loc de raportul 400/115 kV se poate obține un autotransformator 525/115/11 kV.

MW la Bugulma și 300 MW la Zlatoust) nu oferă o siguranță suficientă a stabilității statice. Mărirea capacității de transport la 700 MW și îmbunătățirea coeficientului de siguranță a transportului se poate face utilizînd baterii de compensare serie (39% din inducția liniei). Ridicînd tensiunea la 500 kV capacitatea de transport crește la 800—850 MW fără a utiliza nici un fel de compensare, sau dacă se utilizează compensarea se poate atinge 1 100 MW.

Pentru a determina rentabilitatea trecerii liniilor de 400 kV la tensiunea de 500 kV au fost făcute de către „Teploelectroproiect" calculele tehnico-economice comparative luîndu-se în considerare caracteristicile și prețurile din tabela 13 și pierderi trifazate corona de 1,3—1,9 kW/km la 400—420 kV și 5,2—7,9 kW/km la 480—500 kV (pentru conductoarele obișnuite de 3×480/60 01A1).

Rezultatele calculelor au arătat că pentru trecerea la 500 kV a liniei Kuibîșev-Moscova sînt necesare investiții de circa 60 milioane ruble, (din care 20 milioane pentru reconstrucția instalațiilor de la centrală) care sînt echivalente cu investițiile ce ar fi necesare pentru mărirea capacității de transport la 1 800 MW menținînd tensiunea de 400 kV. În orice caz timpul de răscumpărare a investiției prin micșorarea cu 8% a prețului de transport a energiei (care este de circa 2 cop/kWh) este de 4 ani. Pentru linia Stalingrad-Moscova investițiile se reduc cu circa 70 milioane ruble (5%), iar cheltuielile de transport scad de la 1,92 cop/kWh la 1,66 cop/kWh adică cu 13,5%.

În ceea ce privește arterele de interconexiune care au o durată de utilizare redusă (rețelele din Ural) trecerea la 500 kV reprezintă o mărire a investițiilor cu circa 20—30 milioane ruble (3—5%) și aceasta conduce și la o creștere a cheltuielilor anuale cu 8—20%.

În U.R.S.S. este în curs de construcție un sistem energetic unitar de 400 kV care va fi terminat în 1965. Necesitatea îmbunătățirii randamentului și a măririi capacității și stabilității transportului de energie electrică a ridicat problema încă de pe acum a trecerii acestui sistem la tensiunea de 500 kV în acest sens fiind dată și o directivă din partea Ministerului Centralelor Electrice.

În prezent au început studii și încercări pentru introducerea unei trepte de tensiune și mai mari de ordinul a 600—750 kV, [34], [35].

Bibliografie

[1] Miroliubov A. V.: *La ligne de transmission d'énergie à* 400 kV *Kouibycheff-Moscou.* Cigre, 1952, rap. 408.

[2] Miroliubov A. V., Rokotian S. S.: *Die* 400 kV *Fernleitung Kuybyshew-Moskau,* Energietechnik 3 (1953) Nr. 1 p. 3/6 9 fig.

[3] Rokotian S. S.: *Transportul energiei electrice de la* CHE *Kuibîșev la Moscova.* Energeticianul (Energetik) nr. 1, 1953 p. 6/13, 6 fig.

[4] Kracicovski: *Peredacia electriceskoi energhii na dalnăie rastoianie.* Izv. Ak. Nauk 1953.

[5] Rokotian S. S.: *Peredacia electriceskoi energhii na dalnăie rastoianie.* GEI 1956.

[6] Rokotian S. S., Sergheev V. I.: *Linii electroperedacii* 400 kV *v sovietscoiu soiuze.* El. Stantii, 27 (1956) nr. 2 p. 31/36 6 fig.

[7] Boll G., Pfundes W.: *Die* 400 kV *Kuybyshev-Moskau* ETZ-A 77 (1956) nr. 20 (11.X) p. 724/32, 17 fig. 5 tabl. 6 ref. bibl.

[8] Gogolin A.A., Levitsky. K.K., Miroliubov A., Rocotian S. S., Sergheiev V. N., Socolov B. V.: *Ligne de transport d'énergie à* 400 kV *Kuibischeff-Moscou et sous station à* 400 kV Cigré 1956, rap. 413.

[9] Veiț V. I.: *Osnovă edinăi energheticeskoi sistemă evropeiskoi ciasti* SSSR Electricestvo 77 (1957) nr. 1 p. 1/9 6 fig.

10] Rokotian S. S.: *Konstrucții i tehnico-economiceskie pocazateli linii electroperedacii* 400 kV. El. Stanții, 28 (1957) nr. 8 p. 44/50, 10 fig. 7 tab.

[11] Glebov A.: *O povăşenii ustoicivosti dalnăh electroperedaci po urovnia staticeskoi* Electricestvo 77 (1957) nr. 10 p. 5/11 10 fig. 2 tab. 5 r. b.

[12] Săromiatnicov I. A.: *Primenenie napriajenia* 500 kV *v mesto* 400 kV Electricestvo 77 (1957) nr. 11, p. 56/57.

[13] Sovalov S. A.: *Ispătanie staticestoi ustoicivosti adno tepnoi electroperedaci* 400 kV. Electricestvo 77 (1957) nr. 11 p. 58/64 6 fig. 2 tab. 8 r. b.

[14] Mamikonianț L. G., Sovalov S. A., Haciagurov A. A.: *Asinhronăe rejimă, nesinhronăe vkliucenie i resinhronizații generatorov Kuibîsevcoi* GES Idem 64/72 8 fig. 2 tab. 3 r. b.

[15] Acopian A.: *Isledovanie vnuternăh perenapriajenii uslovi rabota văcliuciatelei na electroperedaci* 400 kV Kuibîşevscaia GES-Moscva. Idem p. 73/80 1 fig.

[16] Necrasov A. M.: *40 Let sovietskoi energhetiki.* El. Stanții 28 (1957) nr. 11 p. 11/20, 8 fig. 4 tabele.

[17] Grudinschi P. G., Săromiatnikov I. A.: *Electriceskie sistemă SSSR za 40 let.* Idem p. 47/52 3 fig.

[18] Golobțov R. A., Grinev S. M., Groşov N. I., *Linii electroperedacii za 40 let.* Idem p 53/58, 6 fig.

[19] Guldenbalk V. V.: *Setevoe stroitelstvo v Sovetskăm Soiuze* Energhetik nr. 11 (1957) p. 20/27 9 fig.

[20] Grigorev I. E.: *Stroitelsvo dalnăi electroperedaci* 400 kV Kuibîşev GES-Moscova Idem pag 27/34 10 fig.

[21] Rokotian S. S., Lebedev B. P.: 400 kV *transmission systems in the Soviet Union* Proc. IEE vol. 104 (1957) Partea A nr. 18 (dec) p. 471—84, 20 fig. 5 tabl. 4 bibl.

[22] Vescresenski I. A., Egorov L. V., Tihodeev N. N., Filipov A. A.: *K metodica rasciotă srednegodovăk poteri na coronu.* El. Stanții 29 (1958) nr. 1 p. 53/56 4 fig. 3 ref. bibl.

[23] Maicopar A. S.: *Dugovăe zamăkanie na liniah* 400 kV *i sposovăih licuidații.* Electricestvo 78 (1958) nr. 1 p. 19/25 10 fig. 2 tabele 7 r. b.

[24] Artemiev D. E.: *Experimentalnăe opredelenie parametrov electroperedaci Kuibîsevscaia* GES-Moscva Idem p. 31/38 8 fig. 5 tab.

[25] * * * *Trebovania k electrehniceskoi promăşlennosti v sviazi s dalnăisciam razvitiem energhetiki.* Electriceskie Stanții 29 (1958) nr. 2 p. 6/11.

[26] Egorova L. V., Tihodeev N. N.: *Srednegodovăie poteri mosnosti na coronu na liniah electroperedaci* 400 i 600—650 kV El. Stanții 29 (1958) nr. 2 p. 71/74 3 fig. 5 tab. 2 r. b.

[27] Azariev D. I.: *Necotontie usloviia perevoda linii peredacii* 400 kV *na napriajenia* 500 kV El. Stanții 29 (1958) nr. 5 p. 51/54 fig. 4.

[28] Romanov A. D., Sokolov N. N.: *Primenenie napriajeniia* 500 kV *dlia dalnăh electroperedaci* Idem p. 55/59 2 fig. 4 tab.

[29] Nekrasov A. M. etc. *40 let sovietscoi electroenerghetiki,* Energheticeskoe stroitelstvo SSSR za 40 let GEI 1958. p. 26—28.

[30] Acikasov D. I., Grigoriev I. E.: *Stroitelstvo electroperedaci* 400 kV *Kuibîşevskaia* Ges — Moscova, Enegheticeskoe stroitelstvo SSSR za 40 let GEI—1958 p. 373—380.

[31] Goldștein M. G.: *Sovescianie po proietirovanie, stroitelstvu i expluatații linii* 400 *i* 500 kV. Electricestvo vol. 78 (1958) nr. 6, p. 93—96

[32] Miroliubov V. A.: *Economic characteristics of long distance.*

[33] Rokotian S. S.: *Transmission in the U.R.S.S.* World Power Conference (sesiunea Montreal 7.11.X) 1958, rap. 118 D/9.

[34] Akopian A. A. etc.: *Extension des réseaux à* 400—500 kV *en U.R.S.S.* CIGRÉ 1958, rap. 410.

[35] Bogdanova B. N. etc.: *Cîteva rezultate asupra studiilor efectuate în U.R.S.S. privind rețelele de transport de energie la mare distanță,* de 600 kV. CIGRÉ 1958, rap. 411.

Prima consfătuire — Utilizarea energiei eoliene

Intre 21—24 octombrie a.c. s-au desfăşurat în capitală lucrările primei consfătuiri în problemele utilizării energiei eoliene, organizată de Consiliul Central ASIT în colaborare cu filiala ASIT-Bucureşti.

Incadrîndu-se pe linia folosirii raţionale a tuturor resurselor energetice, tema consfătuirii a suscitat un deosebit interes reunind în sala ASIT academicieni, profesori universitari, specialişti energeticieni şi meteorologi, specialişti în domeniul mecanizării şi electrificării agriculturii, cercetători ştiinţifici ai Institutelor de energetică şi mecanică aplicată ale Academiei R.P.R., cadre de conducere din departamentele interesate, ingineri, tehnicieni.

Consfătuirea a fost deschisă de acad. prof. **Elie Carafoli,** directorul Institutului de mecanică aplicată „Traian Vuia" al Academiei R.P.R., care a subliniat utilitatea studierii şi utilizării acestei resurse energetice.

In continuare consfătuirea a fost salutată de prof. **C. Dinculescu,** membru corespondent al Academiei R.P.R., rectorul Institutului Politehnic Bucureşti, preşedinte al Comitetului Naţional Romîn pentru Conferinţa Mondială a Energiei. In cuvîntul său vorbitorul a subliniat interesul stîrnit în diferite ţări de perspectivele utilizării energiei eoliene şi importanţa care se acordă acestei surse energetice în cadrul lucrărilor sesiunilor plenare şi parţiale ale Conferinţei Mondiale a Energiei.

Din partea Comitetului de Stat al Apelor, tov. vicepreşedinte ing. **N. Bernachi** a subliniat atenţia care se acordă în prezent diferitelor aspecte ale cadastrării potenţialului eolian al ţării şi a utilizării sale, Comitetului de Stat al Apelor revenindu-i în această direcţie sarcini importante prevăzute în planul său de lucrări.

In numele participanţilor din diferite centre industriale şi universitare ale ţării, prof. dr. **Al. Cişman** de la Institutul Politehnic Timişoara a urat succes participanţilor.

Deschizînd lucrările consfătuirii, prof. dr. ing. **Dorin Pavel** laureat al premiului de stat, a prezentat raportul general. In introducere s-a prezentat stadiul actual al utilizării energiei eoliene în lume, subliniindu-se avîntul pe care acest domeniu al ştiinţei şi tehnicii îl cunoaşte în U.R.S.S. unde sînt în funcţiune sute de mii de instalaţii eoliene.

Din studiile întreprinse de raportorul general s-a stabilit potenţialul eolian al ţării după cum urmează:

— potenţial teoretic: 132 miliarde kWh/an;

— potenţial amenajabil în centrale eoliene de mare putere 10,2 miliarde kWh/an;

— potenţial amenajabil într-o primă etapă în instalaţii economice: 2,4 miliarde kWh/an în instalaţii însumînd o putere instalată totală de 2 000 000 kW.

S-a relevat de asemenea că inventarierea potenţialului eolian cu mijloace republicane este justificată, mai ales că anteproiectele de centrale eoliene studiate în ţară indică investiţii de ordinul 5 000—8 000 lei/kW şi costul energiei între 0,08—0,20 lei/kWh.

După o trecere în revistă a ideilor principale expuse de referenţi în comunicările lor, prof. **D. Pavel** a expus principalele obiective ale consfătuirii propunîndu-le spre dezbatere:

1. Necesitatea completării reţelelor de anemografe.

2. Măsuri ştiinţifice şi practice care trebuie să preceadă întocmirea cadastrului eolian al ţării.

3. Utilitatea introducerii neîntîrziate şi pe scară largă a agregatelor eoliene de mică putere cu precădere în zonele rural-agricole ale ţării.

4. Oportunitatea instalării unei macrocentrale electrice eoliene în Bucegi, menită a funcţiona experimental, încadrată în sistemul energetic.

5. Sugestii cu privire la tematica cercetărilor în domeniul eolian-energetic care vor fi recomandate a fi analizate şi realizate de diferitele Institute de cercetări şi proiectări din ţară.

6. Studiul tipurilor optime de agregate eoliene ce urmează a fi experimentate în diferite regiuni şi diferite folosinţe mecanice şi electrice.

7. Studii tehnico-economice.

In încheierea programului primei zile a consfătuirii a fost prezentat raportul prof. dr. ing. **E. M. Fateev,** membru corespondent al Academiei „V. I. Lenin" (Moscova) intitulat **„Stadiul utilizării energiei eoliene în U.R.S.S.".** Raportul trece în revistă realizările din acest domeniu începînd cu centrala de la Balaklava (Crimeia) montată în anul 1931 (130 kW) şi terminînd cu bateria de centrale electrice eoliene de la Akomolinsk (Kazahstan) instalată în anii 1958—1959 şi totalizînd în 12 agregate eoliene interconectate o putere instalată totală de 400 kW. Un important accent se pune în raport pe instalaţiile de mică putere utilizate în agricultura R.S.S. Ucraineană, unde funcţionează cu succes multe zeci de mii de asemenea instalaţii.

Programul celei de a doua zile a consfătuirii a cuprins ciclurile dedicate potenţialului eolian şi macroenergeticei eoliene.

Ciclul referitor la potenţialul eolian şi determinarea sa a fost deschis de referatul **„Regimul vînturilor în R.P.R."** prezentat de dr. **C. Donciu** din I.M.C. care a subliniat pe baza materialului statistic existent un regim eolian favorabil utilizării pe scară largă a motoarelor eoliene în deosebi în Bărăgan, Dobrogea şi Moldova. Deoarece în munţi reţeaua staţiunilor meteo este slab dezvoltă s-au dat aprecieri generale din care rezultă un regim al vînturilor mult superior celui din zonele de cîmpie şi apt pentru amplasarea în viitor a unor macrocentrale eoliene.

Rapoartele: **Măsurarea elementelor vîntului în scopuri energetice** (referent ing. **I. Solomon), Aparataj de măsură a elementelor vîntului în scopul cadastrării potenţialul eolian al ţării** (referent ing. **D. Bernfeld** — I.S.P.E.) şi **Noi tipuri de anemografe realizate de I.M.A.** (referent prof. ing. **I. Stroescu** I.M.A.) au subliniat importanţa realizării în continuare a unor prototipuri de anemografe în ţară, apte pentru o apreciere justă a regimului eolian. S-a desprins din aceste referate importanţa cadastrării potenţialului eolian al ţării pentru stabilirea celor mai favorabile zone din spaţiul rural-agricol al ţării şi din munţi.

A urmat ciclul de comunicări dedicate, macrocentralelor eoliene, care a arătat perspectiva instalaţiilor de puteri mari per grup. Au reţinut atenţia referatele: **Macrocentrale electrice eoliene cu transformatoare hidroenergetice** (referent prof. dr. ing. **D. Pavel**) şi **folosirea energiei eoliene în reţelele regionale** (referent ing. **A. Derigault** — Reşiţa).

După discuţiile purtate pe marginea referatelor, participanţii la consfătuire au vizitat tunelul aerodinamic al Institutului de Mecanică Aplicată „Traian Vuia" al Academiei R.P.R. In discuţiile purtate cu acest prilej cu colaboratorii institutului, s-au subliniat perspectivele largi ce se deschid realizatorilor de prototipuri de agregate eoliene pentru încercarea metodelor de rotoare în sufleria modernă, recent pusă în funcţiune la I.M.A.

Ziua a 3-a a consfătuirii a fost dedicată în prima parte problemelor de aerodinamică. Cu un mare interes au fost ascultate referatele prezentînd un interes practic în proiectare: **„Asupra aerodinamicei motoarelor eoliene"** (referent prof. ing. **N. Tipli** I.M.A.) şi referatele **Studiul comparativ aerodinamic al diferitelor teorii privind motoarele eoliene** şi **Solicitări aerodinamice la diferitele elemente ale instalaţiilor eoliene** (referent conf. ing. **D. Taşcă** — Inst. Politehnic Bucureşti).

In continuarea programului zilei a treia s-au prezentat referatele legate de utilizarea energiei eoliene. Din referatele: **Instalaţii electroeoliene de pompare pentru irigaţii şi desecări funcţionînd cu tensiune şi frecvenţă**

variabile şi Generatoare eoliene în curent alternativ de tensiune şi frecvenţă constante, la turaţie variabilă, nereglată, a motorului eolian (referent ing. **I. Solomon**) s-au desprins soluţiile prin care se face posibilă eliminarea necesităţii reglajului de turaţie a motoarelor eoliene, greu de realizat şi costisitor. In primul din aceste rapoarte tema de deosebită actualitate a irigaţiilor şi descărcărilor cu folosirea energiei locale şi gratuite a vîntului a reţinut în mod deosebit atenţia participanţilor la consfătuire. Tot astfel se explică interesul suscitat de referatul **„Folosirea energiei eoliene pentru pomparea apei cu ajutorul şurubului hidraulic"** (referenţi conf. ing. **A. Blidaru**, Inst. Agronomic — Iaşi şi prof. ing. **I. M. Gheorghiu**, Inst. Agronomic — Bucureşti). Referatul: **Contribuţii la realizarea unui prototip de turbină eoliană cu reglare automată** (referent ing. **L. Rusu**, Inst. Agronomic — Timişoara) a scos în evidenţă contribuţia autorului la realizarea unui nou prototip de agregat eolian la Institutul Agronomic din Timişoara.

Referatul **„Realizări în domeniul utilizării energiei eoliene ale Institutului de Cercetări pentru Mecanizarea şi Electrificarea Agriculturii"** (referenţi: prof. ing. **N. Bimbulov**, ing. **G. Stoicescu** şi ing. **E. Giurgiu** — I.C.M.E.A.) a fost primit cu satisfacţie de participanţi, care în cadrul discuţiilor au dat aprecierea cuvenită realizărilor I.C.M.E.A. In referat s-au prezentat principalele prototipuri de agregate eoliene electrice şi mecanice realizate de institut şi rezultatele pozitive obţinute în timpul funcţionării lor în mediul agricol.

In ultima zi a consfătuirii au fost prezentate rapoarte privind perspectivele utilizării energiei eoliene în diferite regiuni ale ţării. Astfel rapoartele: **Studii statistice şi experimentale în domeniul utilizării energiei eoliene** (referent: prof. dr. **Al Cişman** — Inst. Politehnic Timişoara) şi **„Studii efectuate în cadrul Institutul Politehnic Iaşi în domeniul utilizării energiei vîntului cu referire la potenţialul eolian al Moldovei"** (referent: prof. dr. ing. **N. Boţan**) au subliniat încă o dată perspectivele deosebite ale utilizării agregatelor eoliene în mediul rural-agricol al ţării cu precădere în Moldova, Bărăgan şi Dobrogea.

Referatul: **Aspecte ale aplicării în diferite regiuni ale R.P.R. a experienţei sovietice în domeniul utilizării energiei eoliene** (referent: ing. **D. Bernfeld** — I.S.P.E.) în care s-au prezentat rezultatele excepţionale obţinute în agricultura şi zootehnia R.S.S. Ucrainene, a indicat posibilitatea aplicării pe scară largă a instalaţiilor mecanice eoliene în regiunile agricole ale ţării. Din datele prezentate de referent a rezultat că datorită instalării în următorul cincinal a numai 5 000 motoare eoliene economice — de mică putere — în G.A.S. şi G.A.C., economiile realizate, pot depăşi 150 000 000 lei anual.

Consfătuirea s-a încheiat cu ciclul referitor la probleme energetice generale şi economice, fiind tratate problemele economicităţii centralelor electrice eoliene, a încadrării lor în sistemele energetice cît şi studiul energiei solare sub raportul studierii perspectivelor ei de utilizare. Au fost prezentate referatele: **Încadrarea centralelor electrice eoliene în sistemele energetice regionale** (referent: ing. **G. Fuchs** — I.S.P.E.), **Consideraţiuni privind folosirea energiei eoliene** (referent: ing. **M. Weiss** Inst. de Energetică al Academiei R.P.R.) şi **Posibilităţi şi perspective de utilizare a energiei radiaţiilor solare** (referent: ing. **M. Biener** Inst. de Energetică al Academiei R.P.R.),

In cadrul dezbaterilor ce au urmat, participanţii au constatat cu satisfacţie că un număr tot mai mare de specialişti şi întreprinderi acordă atenţie acestei forme de energie dată mult timp uitării şi care astăzi în tendinţa generală de a se folosi resursele energetice economice şi inepuizabile, a revenit pe primul plan al preocupărilor energetice.

Subliniind perspectivele utilizării energiei eoliene într-o primă etapă în mediul rural-agricol al ţării, consfătuirea a recomandat forurilor tutelare interesate luarea măsurilor corespunzătoare şi acordarea de mijloace necesare continuării studiilor începute, realizării unor noi prototipuri în ţară şi procurarea din import a celor mai adecvate agregate în vederea echipării pe de o parte a unui poligon experimental şi pe de altă parte a experimentării cît mai largi a acestor instalaţii în G.A.S., G.A.C. etc.

Incheind lucrările primei consfătuiri pe ţară **„Utilizarea energiei eoliene"** dr. ing. **Aurel Avramescu**, membru corespondent al Academiei R.P.R., a făcut bilanţul lucrărilor consfătuirii şi şi-a exprimat convingerea că următoarea întîlnire a energeticienilor eolienişti va scoate în evidenţă noi realizări importante obţinute în R.P.R. în domeniul utilizării enegiei eoliene.

Ing. **D. Bernfeld**
Secretar al comisiei ASIT pentru problemele folosirii energiei eoliene

În Editura Tehnică a apărut:

TELEVIZIUNEA? . . . . NIMIC MAI SIMPLU!

de E. AISBERG

Traducere din limba franceză — Nivel profesional 192 pag. Preţ lei 7,75 exemplarul broşat

Lucrarea cuprinde douăzeci conversaţii între două personaje fictive, privitor la bazele televiziunii, prezentate sub o formă agreabilă şi uşor de urmărit.

Sub formă de discuţii uşoare şi în mod progresiv se prezintă receptoarele de televiziune, a căror înţelegere se face pe nesimţite. Figurile sugestive contribuie în mare măsură la înţelegerea fenomenelor redate sub o formă accesibilă.

Se adresează unui cerc larg de iubitori de radio şi televiziune, chiar dacă nu au o pregătire teoretică deosebită.

ERATĂ

La pagina 465 rîndul 1 de sus, se va citi: „În perioada războiului dezvoltarea lor a stagnat" în loc de: „În perioada războiului lor a stagnat".

СОДЕРЖАНИЕ

* * * **Живая сила идей Великого Октября.**

Energetica **VII** (1959) No. 11 стр. 441 — 442

Д.К. 621.311.22.001.1

Homola V.: **Выбор основных агрегатов конденсационных ТЭЦ.**

Energetica **VII** (1959) No. 11 стр. 443—450

Д.К. 621.181 : 662.87.662.95

Dinulescu C.: **Газовые форсунки, введенные в амбразуры форсунок для угольного штыба.**

Показывается способ разрешения вопроса, связанного с введением газовых форсунок в амбразуры паровых котлов на 230 т/час, сооруженные для сжигания угольного штыба, а также приводятся полученные результаты.

Energetica **VII** (1959) No. 11 стр. 451—452

Д.К. 662.91.004.4

Covalli V.: **Новый способ определения потерь тепла в центральном отоплении.**

Energeică **VII** (1959) No. 11 стр. 453—457

Д.К. 621.311.21 : 621.67.001

Pavel D.: **Анализ гидроэнергетических трансформаторов.**

После определения и классификации гидроэнергетических трансформаторов, анализируются (таблица 1 и 4) 88 гидроэнергетических трансформаторов, составляющих вместе 5392 Мвт и 2650 Гвт пиковой энергии, в результате пульсирующего объема в 11,8 миллиардов м^2 в год. Рассматриваются вопросы оснащения и к.п.д., а также экономические условия. Отмечаются перспективы применения гидроэнергетических трансформаторов в Румынии.

Energetica **VII** (1959) No. 11 стр. 457—468

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Rotman A.: **400 квт система в СССР.**

Energetica **VII** (1959) No. 11 стр. 468—482

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АСИТ

INHALTSVERZEICHNIS

* * * : **Die lebendige Kraft der Gedanken des grossen Oktobers.**

Energetica **VII** (1959) H. 11 S. 441—442

D.K. 621.311.22.001.1

Momola V.: **Grundsätze für die Auswahl der Hauptaggregate von Kondensationswärmekraftwerken.**

Energetica **VII** (1959) H. 11 S. 443—450.

D.K. 621.181 : 662.87 :622.95

Dinulescu C.: **In Schlitzen von Kohlenstaubbrennern angebrachte Gasbrenner**

Angaben über die konstruktive Lösung der Aufgabe, in Schlitzen von 230 t/h - Dampfkesseln für Kohlenstaubfeuerung, Gasbrenner für Sondengas unterzubringen und über die erzielten Ergebnisse.

Energetica **VII** (1959) H. 11 S. 451—452.

D.K. 662.91.004.4

Covalli V.: **Ein neues Berechnungsverfahren der Wärmeverluste in Zentralheizungen**

Energetica **VII** (1959) H. 11 S. 453—457

D.K. 621.311.21 : 621.67.001

Pavel D.: **Grundfragen der Pumpspeicherwerke**

Nach Begriffsbestimmung und Klassifizierung der Pumpspeicherwerke, werden 88 derartige Anlagen, mit 242 Maschinensätzen, mit einer Gesamtleistung von 5 392 MW und einer jährlichen Spitzenenergie von 2 650 GWh, bei einem pulsierenden Inhalt von $11{,}8 \times 10^9$ m^2/Jahr untersucht. Es werden die Fragen der Ausrüstung und der Wirkungsgrade, sowie Voraussetzungen für die Wirtschaftlichkeit untersucht. Die Aussichten der Entwicklung von Pumpspeicheranlagen in der RVR werden angedeutet

Energetica **VII** (1959) H. 11 S. 457—468

ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND

Rotman A.: **Das 400 kV-Netz der USSR.**

Energetica **VII** (1959) H. 11 S. 468—482

AUS DER TATIGKEIT DER WISSENSCHAFTLICHEN VEREINGUNG DER INGENIEURE UND TECHNIKER (ASIT)

SOMMAIRE

* * * : **La force vivante des idées du Grand Octobre.**

Energetica **VII** (1959) no. 11 p. 441—442

C.D. 621.311.22.001.1

Homola V. : **Choix des agrégats principaux des centrales thermoélectriques à condensation**

Energetica **VII** (1959) no. 11 p. 443—450

C.D. 621.181 : 662.87/662.95

Dinulescu C. : **Bruleurs à gaz introduits dans les embrasures des bruleurs de charbon pulverisé**

L'auteur relève la façon dont a été résolu le problème de l'introduction de bruleurs à gaz de sonde de pétrole dans les embrasures de certaines chaudières de 230 T/h construits pour l'emploi du charbon pulvérisé, ainsi que les résultats obtenus.

Energetica **VII** (1959) no. 11 p. 451—452

C.D. 662.91.004.4

Covalli V.: **Un nouveau procédé pour la détermination des pertes de chaleur dans les chauffages centraux** p.

Electrotehnica **VII** (1959) no. 11 p. 453—457

C.D. 621.311.2P : 621.67.001

Pavel D. : **Etude des transformateurs hydroénergétiques**

Après avoir donné la définition ainsi que la classification des transformateurs hydroénergétiques, l'auteur analyse (tableau 1 et 4) 88 The dans 242 groupes totalisant 5 392 M. W. et 2 650 G W h. par une énergie de sommet due au volume pulsé de 11,8 milliards m³ par an. Il étudie, de plus, le problème de l'équippement et des rendements, ainsi que les conditions économiques. En conclusion il indique les perspectives du développement The dans la R.P.R.

Energetica **VII** (1959) nr. 11 p. 457—468

L'ENERGÉTIQUE À L'ÉTRANGER

Rotman A.: **Le systéme de 400 kV en URSS**

Energetica **VII** (1959) nr. 11 p. 468—482

L'ACTIVITÉ DE L'ASIT

CONTENTS

* * * : **The living force of the ideas of the Great October.**

Energetica **VII** (1959) nr. 11 p. 441—442

D.C. 621.311.22.001.1

Homola V. : **Choice of the principal aggregates for condensation-thermoelectric power stations**

Energetica **VII** (1959) nr. 11 p. 443—450

D.C. 621.181 : 622.87/69.002

Dinulescu C. : **Gas burners in the loop holes of coal powder burners**

The author shows how casing head gas burners were introduced in the loop holes of certain steam boilers of 230 T/h for the burning of coal powder as well as the obtained achievements.

Energetica **VII** (1959) nr. 11 p. 451—452

D.C. 662.91.004.4

Covalli V. : **A new proceeding for the determination of heat losses in central heating**

Energetica **VII** (1959) nr. 453—457

D.C. 621.311.21 : 621.67.001

Pavel D. : **The analysis of hydroenergetic transformers**

After defining and classifying hydroenergetic transformers, the author analyses (table 1 and 4) 88 The with 242 groups totalling 5 392 M. W. and 2 650 C. We for a yearly apex energy due to a pulsed volume of 11.8 milliards m² yearly. He analyses the equipment and efficiency problems, as well as the economic conditions. He shows also the prospects of the development in the Rumanian People's Republic,

Energetica **VII** (1959) nr. 11 p. 457—468

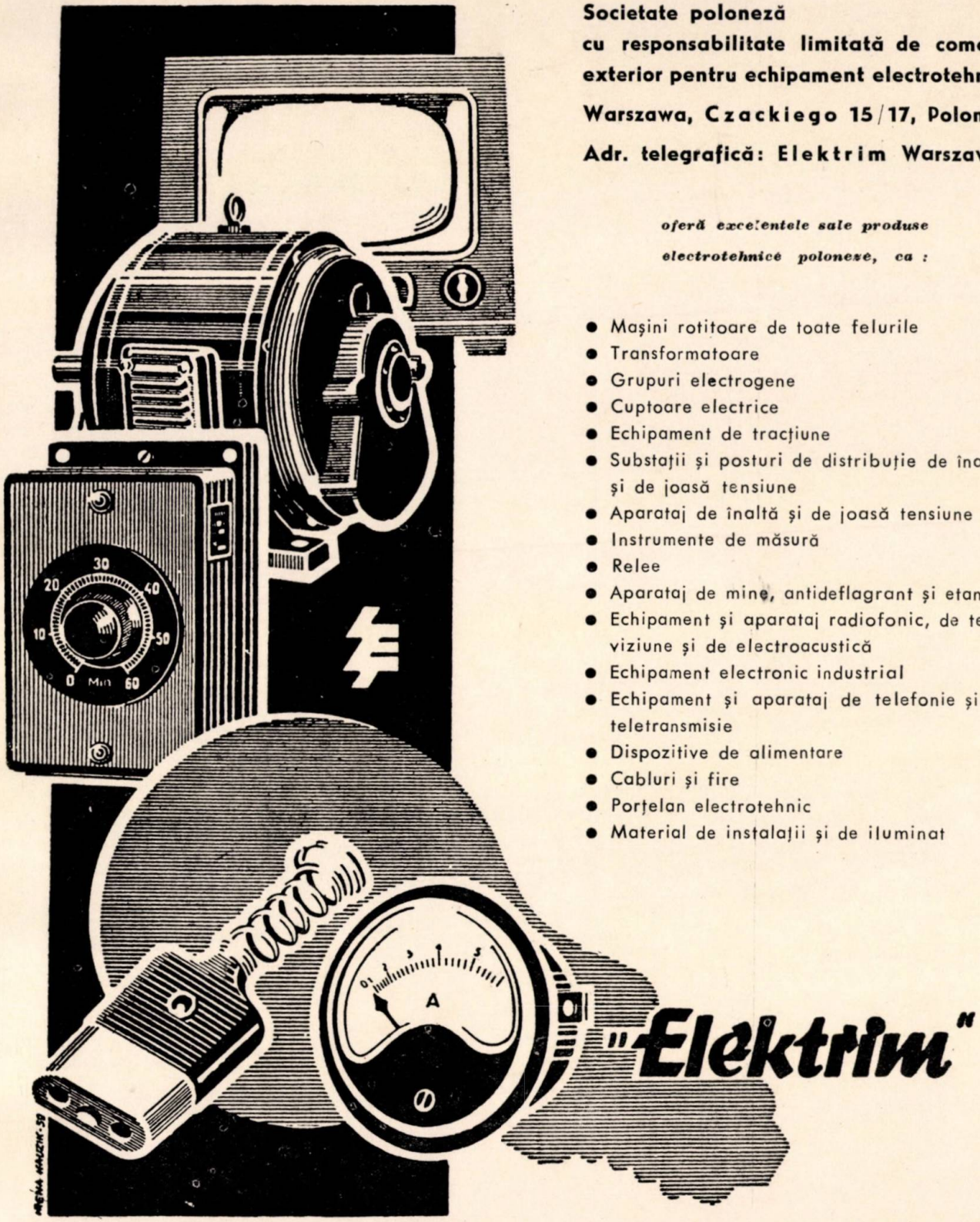
ENERGETICS ABROAD

Rotman A.: **The 400 kV system in the USSR**

Energetica **VII** (1959) nr. 11 p. 468—482

ASIT — ACTIVITIES

„Elektrim"



Societate poloneză
cu responsabilitate limitată de comerț exterior pentru echipament electrotehnic

Warszawa, Czackiego 15/17, Polonia

Adr. telegrafică: Elektrim Warszawa

oferă excelentele sale produse electrotehnice polonese, ca :

- Mașini rotitoare de toate felurile
- Transformatoare
- Grupuri electrogene
- Cuptoare electrice
- Echipament de tracțiune
- Substații și posturi de distribuție de înaltă și de joasă tensiune
- Aparataj de înaltă și de joasă tensiune
- Instrumente de măsură
- Relee
- Aparataj de mine, antideflagrant și etanș
- Echipament și aparataj radiofonic, de televiziune și de electroacustică
- Echipament electronic industrial
- Echipament și aparataj de telefonie și de teletransmisie
- Dispozitive de alimentare
- Cabluri și fire
- Porțelan electrotehnic
- Material de instalații și de iluminat

Pentru orice informații binevoiți a vă adresa la :

AMBASADA POLONIEI — CONSILIERUL COMERCIAL
BUCUREȘTI, B-DUL I. V. STALIN Nr. 24, REPUBLICA POPULARĂ ROMÎNĂ

E. 2039

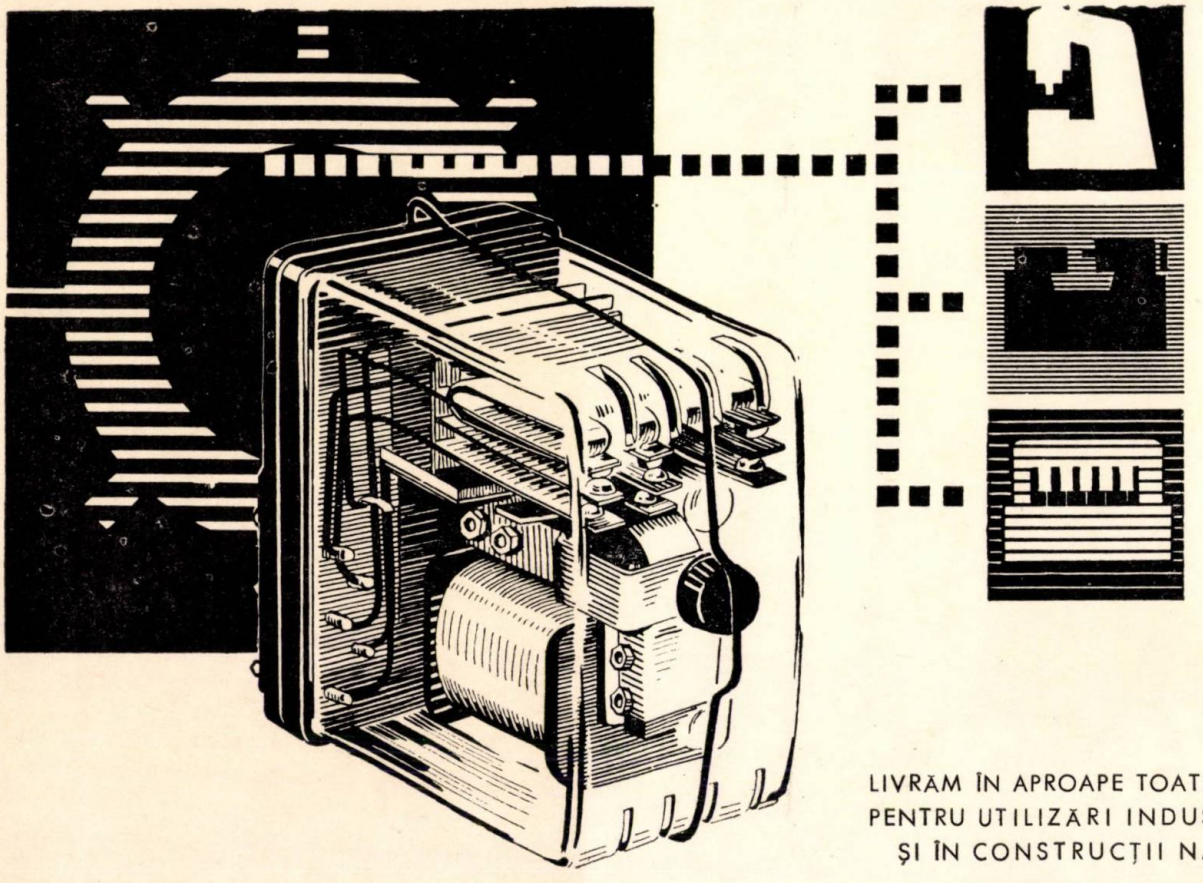
REFERALVA

ENERGETICA

R

12

Energetica — Bucureşti 1959 Anul VII ★ decembrie



LIVRĂM ÎN APROAPE TOATE ŢĂRILE,
PENTRU UTILIZĂRI INDUSTRIALE
ŞI ÎN CONSTRUCŢII NAVALE

RELEE INTERMEDIARE RH 95

pentru montarea în aparate sau pentru instalarea comenzilor automate, în special la maşini unelte

- releele sînt lesne interşanjabile, datorită soclului de priză cu care sînt prevăzute
- piesele componente, calculate şi controlate cu grijă şi stabile, asigură 10 milioane de comutări
- contactele funcţionează liniştit la curent continuu şi alternativ
- releele sînt echipate cu 3 sau 4 contacte.

În afară de aceasta fabricăm:

relee intermediare ● aparate de semnalizare şi comandă ● relee de timp ● relee de punere la pămînt ● relee de protecţie pentru curent continuu ● relee de protecţie pentru curent alternativ ● relee cu bobină mobilă ● relee de distanţă

Cereţi prospecte amănunţite pentru informarea Dvs.:

VEB ELEKTRO-APPARATE-WERKE

BERLIN—TREPTOW, HOFFMANNSTRASSE Nr. 15—26

Reprezentanţa: AMBASADA REPUBLICII DEMOCRATE GERMANE ÎN R. P. R.
CONSILIERUL POLITICO-COMERCIAL — BUCUREŞTI, CALEA DOROBANŢILOR, 14

EAW

ENERGETICA

ANUL VII Nr. 12 DECEMBRIE 1959

CUPRINS

C.D. 621.181 : 662.769.1

Vlădea I. : **Utilizarea gazelor sărace drept combustibil pentru cazanele de radiație**

Se prezintă o metodă de ameliorare a radiației gazelor de ardere ale gazului de furnal, în scopul folosirii acestuia drept combustibil în cazanele de radiație.

Problema a fost rezolvată pentru o întreprindere din țară unde urmează a fi experimentată pentru niște cazane de radiație, în care suprafața radiată formează circa 86% din suprafața totală.

Energetica **VII** (1959) nr. 12, p. 485—487

C.D. 662.61 :621.181.004

Theil H. și *Ungureanu C.* : **Contribuții la studiul controlului combustiunii în focarele cazanelor industriale**

Se expune o metodă grafică simplă pentru determinarea conținutului de oxid de carbon în gazele de fum (CO) și a coeficientului de excedent de aer în cazul arderii simultane a păcurii, gazului de furnal și gazului de cocs, caz întîlnit în centralele termoelectrice de pe lîngă industria siderurgică.

Se dau relațiile de calcul pe baza cărora s-au trasat diagrama de combustie universală și graficele auxiliare.

Energetica **VII** (1959) nr. 12, p. 487—492

C.D. 621.314.222.004

Laszlo T. : **Observațiuni în legătură cu influența calităților uleiului asupra rezistenței de izolație a transformatoarelor**

După o scurtă prezentare a metodelor de determinarea umidității înfășurărilor transformatoarelor, se remarcă unele aspecte noi ale acestei probleme, legate de comportarea uleiurilor izolante. Analizînd rezultatele măsurătorilor efectuate se constată că în multe cazuri rezistențele de izolație slabe nu se datoresc umidității din transformator ci uleiului alterat. În consecință se propune completarea corespunzătoare a normelor în vigoare.

Energetica **VII** (1959) nr. 12, p. 493—498

C.D. 621.315.1.056

Semlyen A. : **Expresii simplificate pentru calculul curbelor de montare a conductoarelor liniilor aeriene**

Se dezvoltă relații simplificate, explicite, liniare ale curbelor de montare pentru conductoarele liniilor aeriene. Aceste relații se bazează pe observația, că la deschideri nu prea mici solicitarea și săgeata variază relativ puțin cu temperatura. Se prezintă de asemenea și relații simplificate pentru calculul solicitării cu care se determină temperatura critică. Modul de aplicare a formulelor obținute este indicat prin exemple numerice. Pentru comparație se prezintă și curbe de montare determinate cu relațiile uzuale.

Energetica **VII** (1959) nr. 12, p. 498—504

DISCUȚII ● DIN ÎNTREPRINDERI ● CRONICA ● DOCUMENTARE ● RECENZII ● CUPRINSUL REVISTEI ENERGETICA 1959.

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof ing. **I. D. STANCESCU**, redactor responsabil, conf. ing. **C. MIHĂILEANU**, redactor responsabil adjunct, conf. ing. **I. A. BADEA**, prof. ing. **M. BERCOVICI**, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, ing. **M. COGALNICEANU**, conf. ing. **E. CONSTANTINESCU**, ing. **P. DIMO**, laureat al Premiului de Stat, prof. ing. **C. DINCULESCU**, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. HERESCU**, conf. ing. **N. MOLDOVEANU**, prof. ing. **C. PENESCU**, ing. **T. POPA**, ing. **S. SĂNDULESCU** și ing. **P. VICOL**

Revista „**ENERGETICA**", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele. Redacția : București, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon 16.78.78 — Administrația și Casieria : București, Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon 14.06.24 — Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediul filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară și prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Publicațiile Tehnice A.S.I.T. 070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin — București — Tarif pentru întreprinderi : lei 100 anual. — Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri : lei 30 anual — Prețul unui exemplar : lei 5 — Tiparul : Întreprinderea Poligrafică Nr. 2, București.

ENERGETICA

ANUL VII
1959
Nr. 12
DECEMBRIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Utilizarea gazelor sărace drept combustibil pentru cazanele de radiație

Prof. dr. ing. *IOAN VLĂDEA*

Se numesc *cazane de radiație* acele cazane a căror suprafață de vaporizare este constituită în majoritate de țevi expuse radiației flăcărilor și gazelor de ardere, sau, mai bine zis, a căror producție de abur este realizată în majoritate de suprafețele de radiație. În focarele acestor cazane se vor arde combustibili cu putere calorifică relativ mare, dar mai ales combustibili care produc flăcări luminoase și ale căror gaze de ardere conțin mult bioxid de carbon și vapori de apă, deoarece numai aceste componente ale gazelor de ardere transmit căldură prin radiație. Astfel de combustibili sînt: ligniții superiori, combustibilii lichizi și gazul metan. Un combustibil considerat absolut impropriu pentru cazanele de radiație este *gazul de furnal*. De aceea, în cele ce urmează se va face studiul comparativ al posibilităților de transmitere a căldurii pentru gazul metan și pentru gazul de furnal, indicîndu-se apoi o metodă prin care se face utilizabil și acest din urmă gaz.

Gazul metan din bazinul transilvănean are compoziția chimică volumetrică:

CH_4 . . .97%, O_2 . . .1%, N_2 . . .2%,

și puterea calorifică inferioară medie H_i = 8 500 kcal/Nm³. Arderea stochiometrică necesită 9,238 Nm³/Nm³ aer și produce gazele de ardere compuse din:

N_2 . . .7,318 Nm³/Nm³, CO_2. . .0,97 Nm³/Nm³,

H_2O . . .1,94 Nm³/Nm³ și O_2 . . .0,01 Nm³/Nm³,

deci în total 10,238 Nm³/Nm³, sau procentual volumetric

N_2 . . .71,50%, CO_2 . . .9,48%, H_2O . . .18,95% și O_2 . . .0,07%.

Gazul de furnal are compoziția chimică volumetrică medie: N_2. . .60%, CO. . .28%, CO_2 . . .8% și H_2 . . .4%, iar puterea calorifică inferioară medie H_i = 950 kcal/Nm³. El va produce prin ardere stochiometrică următoarele gaze de ardere:

N_2 . . .1,202 Nm³/Nm³, CO_2 . . .0,36 Nm³/Nm³,

H_2O . . .0,04 Nm³/Nm³,

deci în total 1,602 Nm³/Nm³, necesitînd pentru aceasta aerul stochiometric 0,762 Nm³/Nm³. Compoziția chimică volumetrică a gazelor de ardere va fi:

N_2 . . .75%, CO_2 . . .22,4%, H_2O . . .2,6%.

Se vede că procentul vaporilor de apă este mult mai mare în cazul gazului metan, decît în cazul gazului de furnal.

Pentru a face o comparație corectă, se vor cerceta cazurile cînd arderea ambelor gaze se produce cu același exces de aer, iar randamentul arderii este, în cazul gazului de furnal, numai 80% din cel al arderii gazului metan, din cauza temperaturii mai mari la baza coșului a gazelor de ardere și din cauza volumului mai mare de gaze produse prin ardere pentru aceeași căldură produsă în ambele cazuri.

Pentru producerea a 100 000 kcal/h (cifră aleasă arbitrar), va fi necesar combustibilul:

$$\text{gaz metan } \frac{100\,000}{8\,500 \cdot 0{,}85} = 13{,}84 \text{ Nm}^3/\text{h},$$

$$\text{gaz de fum } \frac{100\,000}{950 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}8} = 154{,}80 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

unde 0,85 (cifră aleasă de asemenea arbitrar) reprezintă aproximativ randamentul de ardere al gazului metan.

În acest caz, aerul necesar arderii stochiometrice va fi pentru gazul metan

$$13{,}84 \cdot 9{,}238 = 127{,}854 \text{ Nm}^3/\text{h},$$

iar pentru gazul de furnal

$$154{,}80 \cdot 0{,}762 = 117{,}958 \text{ Nm}^3/\text{h},$$

deci cu 7,7% mai puțin aer este necesar la arderea gazului de furnal decît la arderea

gazului metan, pentru a produce aceeași căldură.

Gazele produse prin ardere stochiometrică vor fi :

la gaz metan : $13{,}84 \cdot 10{,}238 = 141{,}694$ Nm³/h ;

la gaz de furnal : $154{,}80 \cdot 1{,}602 = 247{,}990$ Nm³/h,

deci gazul de furnal produce cu 75% mai multe gaze de ardere.

Pentru a compara proprietățile de radiație ale celor două categorii de gaze de ardere, va fi necesar să se țină seamă de acest surplus de gaze, deoarece viteza lor de circulație prin focar va fi diferită. Formulele existente nu iau însă în considerare acest lucru, ci numai presiunea parțială a componentelor.

Temperatura teoretică de ardere stochiometrică în focar, cu aer preîncălzit la 350°C, va fi :

la gaz metan : 2 100°C (2 373°K).

la gaz de furnal : 1 650°C (1 923°K).

Temperaturile reale din focar, avînd în vedere calitățile deosebite de radiație ale celor două feluri de gaze, vor fi însă :

la gaz metan : circa 1 450°K,

la gaz de furnal : circa 1 475°K.

În aceste condiții, gazele produse de gaz metan vor avea coeficientul de radiație *) : $C_r = 1{,}12$ kcal/m²h grd⁴, iar gazul de furnal : $C_r = 0{,}71$ kcal/m²h grd⁴. Ținînd seamă și de debitul de gaze diferit, se poate lua pentru gazele poduse de gazul de furnal $C_r = 0{,}73$ kcal/m²h grd⁴.

Căldura cedată prin radiație de gazele de ardere unui perete cu temperatura de 550°K, va fi :

$$\text{pentru metan } q_r = 1{,}12 \left[\left(\frac{1\,450}{100} \right)^4 - \left(\frac{550}{100} \right)^4 \right] =$$

$$= 48\,500 \text{ kcal/m}^2\text{.h},$$

$$\text{pentru gaz de furnal : } q_r = 0{,}73 \left[\left(\frac{1\,475}{100} \right)^4 - \left(\frac{550}{100} \right)^4 \right] =$$

$$= 33\,800 \text{ kcal/m}^2\text{.h}.$$

Rezultă, deci, că prin radiația gazelor produse prin arderea gazului de furnal se pot produce în aceste condiții numai 70% din aburul produs prin radiație de gazele de ardere ale gazului metan.

Din cauza debitului mărit al gazelor de ardere, la folosirea gazului de furnal, căldura transmisă prin convecție — unde viteza de circulație a gazelor joacă un rol deosebit de important — va fi însă cu circa 55% mai mare.

Pentru a avea aceeași căldură totală cedată suprafețelor fierbătoare în ambele cazuri, este deci, necesar ca suprafața radiată să constituie cel mult 60% din suprafața fierbătoare totală, iar restul de 40% să fie reprezentat prin suprafețe de convecție.

Trecerea de la gazul metan la gazul de furnal, pentru aceeași căldură produsă în focar, necesită, însă, modificări substanțiale în conductele de gaz și aer, precum și la preîncălzitoarele de aer. După cum s-a văzut mai sus, debitul de gaz combustibil trece de la 13,84 Nm³/h necesar producerii a 100 000 kcal/h cu gaz metan, la 154,80 Nm³/h, în cazul gazului de furnal, adică o creștere de 11,2 ori, pe cînd aerul necesar scade cu 7,7%. Pentru aceeași căldură produsă, diametrul conductei de gaz de furnal va trebui să fie de 3,35 ori mai mare decît cel al conductei de gaz metan. La aer diferența nu este importantă. Ea devine mai importantă dacă se compară gazul de furnal cu combustibilul lichid.

Arderea gazului de furnal are ca rezultat gaze foarte calde în zona supraîncălzitorului și pe tot restul parcursului. Avînd în vedere că atît supraîncălzitorul, cît și economizorul și preîncălzitorul de aer primesc căldura prin convecție, reglarea temperaturii aburului supraîncălzit este destul de dificilă, iar apa și aerul din preîncălzitoare vor obține temperaturi mai mari decît cele prevăzute. Gazele de ardere ajung totuși foarte calde la exhaustor, pe care-l distrug repede.

Dacă, însă, simultan cu introducerea gazului de furnal în focar se introduce și o cantitate corespunzătoare de abur supraîncălzit, producția de abur a suprafeței radiate va crește deoarece capacitatea de radiație a gazelor de ardere produse de gazul de furnal va crește din cauza majorării procentului de vapori de apă din gazele de ardere.

Dacă aburul introdus în focar are, de ex., 45 ata și 450°C, entalpia lui va fi $i = 794{,}3$ kcal/kg, iar volumul specific va fi $v = 0{,}07225$ m³/kg. Dacă se introduc pentru fiecare Nm³ de gaz de furnal 0,16 Nm³ vapori supraîncălziți compoziția gazelor de ardere rezultate va fi :

N_2. . .1,202 Nm³, CO_2. . .0,36 Nm³, H_2O. . .0,20 Nm³

deci 1,762 Nm³ pentru fiecare Nm³ gaz de furnal ars în focar, sau procentual :

N_2 . . .68,2%, CO_2 . . .20,4%, H_2O . . .11,4%.

Avînd în vedere că volumul normal al aburului introdus este :

$$v_N = v \cdot \frac{450\,000}{10\,332} \cdot \frac{273}{723} = 1{,}23 \text{ Nm}^3\text{/kg},$$

rezultă că simultan cu gazul de furnal se introduc și 0,16/1,23 = 0,13 kg/Nm³ gaz de furnal, abur cu entalpia de 103,2 kcal.

Prin aceasta, scade temperatura teoretică de ardere a gazului de furnal la circa 1 600°C,

*) B.W.K. 1957, nr. 3.

pe cînd cea reală va ajunge numai la 1 430°K, din cauza radiației mai pronunțate a gazelor de ardere, deci puțin mai mică decît a gazelor produse prin arderea gazului metan, ceea ce este de dorit din motivele arătate mai sus. Coeficientul de radiație se va ameliora însă la $C_r = 0{,}95$ kcal/m².h.grd[4], ceea ce va însemna o creștere a productivității de abur a suprafeței radiate cu circa 30%, față de gazul de furnal fără vapori de apă suplimentari.

Căldura cedată de gaze prin convecție va fi acum la fel de mare ca și în cazul precedent, deoarece mica scădere a temperaturii gazelor este compensată de majorarea volumului lor cu volumul vaporilor de apă, deci a vitezei de spălare a suprafeței de convecție.

Notă. În calculele de mai sus s-a luat grosimea s a stratului de gaze radiant de 1 m, deci coeficienții C_r din calcule corespund acestei situații.

Concluzii

În cele de mai sus s-a arătat o metodă prin care se pot ameliora calitățile radiante ale gazelor de ardere produse prin arderea gazului de furnal, prin injectarea simultană cu gaz a unei mici cantități de abur supraîncălzit produs de cazanul respectiv. Cota de abur de injectat va fi calculată prin condițiile reale de lucru ale cazanului și în funcție de scăderea producției de abur a căldurii admise în exploatarea cu gaz de furnal.

Contribuții la studiul controlului combustiunii în focarele cazanelor industriale

Ing. *HELMUT THEIL* și ing. *CORNEL UNGUREANU*

Pentru a asigura combustia optimă a unui combustibil, respectiv funcționarea cu randament maxim a unui cazan, se impune un control riguros al arderii. O metodă relativ simplă prin care se poate realiza acest control se bazează pe analiza gazelor de ardere, determinîndu-se de obicei conținutul de bioxid de carbon $(CO_2)_f$ și de oxigen $(O_2)_f$ în gazele uscate;

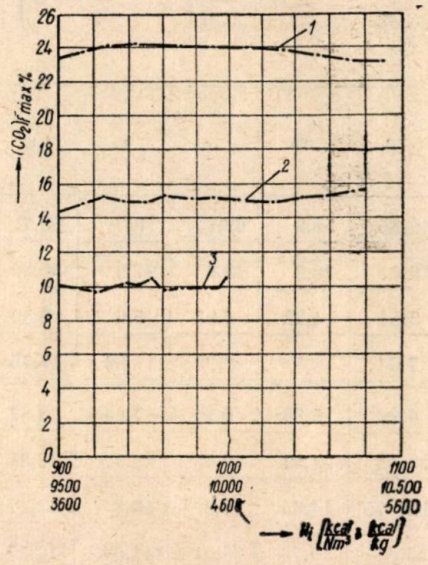


Fig. 1. Variația lui $(CO_2)_{f\,max}$ în funcție de puterea calorifică inferioară:
1 – gaz de furnal; *2* – păcură; *3* – gaz de cocs.

conținutul de oxid de carbon $(CO)_f$ și coeficientul de excendent de aer λ se determină ușor, fie analitic, fie pe bază de diagrame.

Această problemă, destul de simplă, se complică însă în cadrul arderii simultane a mai multor combustibili, cum este cazul centralelor termice de pe lîngă furnale, în care se ard concomitent păcură, gaz de furnal și gaz de cocserie, deoarece variază în timp atît compoziția, cît și proporția componentelor.

Lucrarea de față își propune să rezolve tocmai această dificultate și să dea o metodă grafică simplă, accesibilă chiar personalului de deservire al instalației de cazane, prin care să se poată determina conținutul de oxid de carbon în gazele uscate $(CO)_f$ și coeficientul de excedent λ.

Utilizînd datele publicate [1] și [2], s-a reprezentat în fig. 1 variația conținutului de bioxid de carbon maxim $(CO_2)_{f\,max}$ în gazele uscate în funcție de puterea calorifică inferioară H_i pentru cei trei combustibili. Din analiza curbelor se observă că abaterile față de valorile medii sînt destul de reduse și deci pentru studiu se poate neglija variația în timp a compoziției combustibililor componenți.

Drept valori medii ale compoziției combustibililor s-au utilizat următoarele:

Gaz de cocserie		*Gaz de furnal*		*Păcură*	
$(H_2)_c$	= 52,41 %	$(H_2)_c$	= 7,6 %	c	= 84,9 %
$(CO)_c$	= 6,61 %	$(CO)_c$	= 30,5 %	h	= 13,7 %
$(CH_4)_c$	= 21,51 %	$(CH_4)_c$	= 1,1 %	o	= 0,6 %
$(C_2H_4)_c$	= 1,59 %	$(CO_2)_c$	= 9,3 %	n	= 0,8 %
$(CO_2)_c$	= 2,40 %	$(O_2)_c$	= 0,2 %	Total	100,00 %
$(O_2)_c$	= 1,32 %	$(N_2)_c$	= 51,3 %		
$(N_2)_c$	= 14,16 %	Total	100,00 %		
Total	100,00 %				

Deoarece compoziția gazelor este dată volumetric, iar a păcurii gravimetric, pentru a trata problema în ansamblu se presupune că un combustibil oarecare constituit din cele patru elemente (C, H, O, N) ar avea aceste elemente nelegate între ele, independente, și anume sub formă de gaz la starea normală; atunci nu se mai face nici o distincție între combustibili din punct de vedere al stării de agregare. Rezultă astfel următoarele compoziții convenționale:

a) pentru un combustibil gazos determinat prin compoziția volumetrică:

$$\left.\begin{aligned} C &= (CO)_c + (CO_2)_c + \Sigma n\,(C_n H_m)_c \\ H &= (H_2)_c + \Sigma m/2\,(C_n H_m)_c \\ O &= 0{,}5(CO)_c + (CO_2)_c + (O_2)_c \\ N &= (N_2)_c \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

b) pentru un combustibil lichid sau solid, determinat prin compoziția gravimetrică:

$$\left.\begin{aligned} C &= \frac{22{,}4}{12}\,c \\ H &= \frac{22{,}4}{2}\,h \\ O &= \frac{22{,}4}{32}\,o \\ N &= \frac{22{,}4}{28}\,n \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Rezultatele calculelor sînt concentrate în tabela 1.

Din punct de vedere al arderii, presupunerea este justă, deoarece înainte de ardere combustibilul se descompune în elemente, dar se introduce o eroare în ceea ce privește căldura dezvoltată, deoarece nu se ține seamă de căldura formată. Avînd în vedere că pentru determinarea lui λ și $(CO)_f$ ne interesează doar elementele descompuse care iau parte la reacție și produsul final, această eroare introdusă nu influențează rezultatele.

Un astfel de combustibil format din C, H, O, N va necesita pentru arderea perfectă o cantitate de oxigen minimă.

$$O_{min} = C + \frac{H}{2} - O \quad Nm^3/Nm^3 \quad (3)$$

iar cantitatea de gaze uscate minime pentru $\lambda = 1$ și arderea perfectă va fi:

$$CO_2 = C$$

$$N_2 = \frac{0{,}79}{0{,}21}\,O_{min} + N = \frac{0{,}79}{0{,}21}\left(C + \frac{H}{2} - O\right) + N \; Nm^3/Nm^3$$

Volumul fumului uscat minim fiind:

$$V_{fum\,min} = C + \frac{0{,}79}{0{,}21}\left(C + \frac{H}{2} - O\right) + N$$

rezultă conținutul de bioxid de carbon maxim în gazele uscate:

$$(CO_2)_{f\,max} = \frac{C}{C + \frac{0{,}79}{0{,}21}\left(C + \frac{H}{2} - O\right) + N} \quad (4)$$

Tabela 1

	% în amestec combustibil / componență	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Gaz de cocs	H	9,86	19,75	29,6	39,5	49,35	59,2	69,1	79,0	88,7	98,63
	C	3,372	6,75	10,1	13,5	16,85	20,2	23,6	27,0	30,35	33,72
	O	0,702	1,404	2,11	2,8	3,51	4,22	4,91	5,6	6,32	7,02
	N	1,416	2,83	4,25	5,67	7,08	8,5	9,92	11,34	12,75	14,16
Gaz de furnal	H	0,98	1,96	2,94	3,92	4,90	5,88	6,86	7,84	8,82	9,8
	C	4,09	8,18	12,27	16,36	20,45	24,54	28,63	32,72	36,81	40,9
	O	2,475	4,95	7,425	9,9	12,375	14,85	17,325	19,8	22,27	24,75
	N	5,13	10,26	15,39	20,52	25,65	30,78	35,91	41,04	46,17	51,3
Păcură	H	15,4	30,8	46,2	61,6	77,0	92,4	107,8	123,2	138,6	154,0
	C	14,3	28,6	42,9	57,2	71,5	85,8	100,1	104,4	128,7	143,0
	O	0,042	0,084	0,126	0,168	0,210	0,252	0,294	0,336	0,378	0,42
	N	0,064	0,128	0,192	0,256	0,32	0,384	0,448	0,512	0,576	0,64

Notăm cu :

$$\varepsilon = \frac{1}{(CO_2)_{f\ max}} = 1 + \frac{0{,}79}{0{,}21}\left[1 + \frac{\frac{H}{2} - O}{C}\right] + \frac{N}{C} \qquad (5)$$

$$\varphi = \frac{V_{fum\ min}}{L_{min}} = \frac{C + \frac{0{,}79}{0{,}21}\left(C + \frac{H}{2} - O\right) + N}{\frac{1}{0{,}21}\left(C + \frac{H}{2} - O\right)} =$$

$$= \frac{\frac{C}{0{,}21} + \frac{0{,}79}{0{,}21}\left(\frac{H}{2} - O\right) + N}{\frac{1}{0{,}21}\left(C + \frac{H}{2} - O\right)}. \qquad (6)$$

Din relațiile (5) și (6) de mai sus rezultă că, dacă pătrunde apă în combustibil, ε și φ rămîn constante ; din contră, dacă pătrunde aer în combustibil numai ε rămîne constant, pe cînd φ variază.

În continuare notăm cu :

$$\lambda = \frac{L}{L_{min}} \text{ și prin analogie } \lambda_f = \frac{V_{fum}}{V_{fum\ min}}$$

și ținînd seamă de relația (6) se obține :

$$\lambda - 1 = \varphi\,(\lambda_f - 1). \qquad (7)$$

Presupunem acum că un combustibil definit prin cele patru elemente C, H, O, N este ars cu un λ oarecare și că arderea este imperfectă, imperfecția avînd loc la arderea carbonului ; ipoteza aceasta este oarecum justificată dacă se ține seamă de aviditatea mare a hidrogenului față de oxigen în comparație cu carbonul. Considerînd că xC părți din carbon ard în bioxid de carbon și restul de $(1-x)$C părți ard în oxid de carbon, oxigenul consumat va fi :

$$O'_{min} = xC + \frac{1}{2}(1-x)\,C + \frac{H}{2} - O =$$

$$= O_{min} - \frac{1-x}{2}\,C\ Nm^3/Nm^3$$

iar produsele arderii

$$CO_2 = xC\ Nm^3/Nm^3$$
$$CO = (1-x)C\ Nm^3/Nm^3$$

$$O_2 = \lambda O_{min} - O'_{min} = (\lambda - 1)\,O_{min} + \frac{1-x}{2}\,C\ Nm^3/Nm^3$$

$$N_2 = \frac{0{,}79}{0{,}21}\,\lambda O_{min} + N\ Nm^3/Nm^3$$

și volumul fumului uscat :

$$V_{fum} = C + O_{min}\left(\frac{\lambda}{0{,}21} - 1\right) + N + \frac{1-x}{2}\,C.$$

Dacă se rapartizează cantitățile de CO_2, CO, O_2 la volumul fumului uscat și se ține seamă de relația :

$$0{,}21\ \varepsilon = 0{,}79\sigma + 0{,}21(1 + \nu) \qquad (7')$$

în care $\nu = N/C$ și $\sigma = O_{min}/C$, se obține un sistem de trei ecuații cu trei necunoscute $(CO)_f$, x și λ în ipoteza că prin analiza gazelor uscate se determină $(CO_2)_f$ și $(O_2)_f$:

$$\left.\begin{aligned}
(CO_2)_f &= \frac{0{,}21}{(\lambda-1)\,\sigma + 0{,}21\,\varepsilon + 0{,}21\,\frac{1-x}{2}} \\
(CO)_f &= \frac{0{,}21\,(1-x)}{(\lambda-1)\,\sigma + 0{,}21\,\varepsilon + 0{,}21\,\frac{1-x}{2}} \\
(O_2)_f &= \frac{0{,}21\,(\lambda-1)\,\sigma + 0{,}21\,\frac{1-x}{2}}{(\lambda-1)\,\sigma + 0{,}21\varepsilon + 0{,}21\frac{1-x}{2}}.
\end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Eliminînd pe x și pe λ se obține ecuația :

$$0{,}21\,\varepsilon\,(CO_2)_f + (0{,}21\,\varepsilon - 0{,}395)\,(CO)_f + (O_2)_f = 0{,}21 \qquad (9)$$

care a stat la baza trasării diagramei universale [3] reprezentată în fig. 2.

Din relația (9) se determină ușor :

$$(CO)_{f\ max} = \frac{0{,}21}{0{,}21\,\varepsilon - 0{,}395.} \qquad (10)$$

Eliminînd x și σ din prima și ultima ecuație a sistemului (8) și ținînd seamă de relațiile (6), (7) și (7') se ajunge la expresia :

$$\lambda_f = \frac{0{,}21\,\varepsilon\,(CO_2)_f + (O_2)_f + 0{,}42\,\varepsilon - 1}{\varepsilon\,[0{,}42 - 0{,}79\,(CO_2)_f - 2\,(O_2)_f]} \qquad (11)$$

care reprezintă ecuația unei familii de drepte. Dintre acestea, fascicolul de drepte $\lambda_f = 1$ are un punct comun A și taie axa absciselor în punctul R determinat de relația :

$$(O_2)_f = \frac{1}{2\varepsilon + 1} = \frac{(CO_2)_{f\ max}}{2 + (CO_2)_{f\ max}}. \qquad (12)$$

Fiecărui amestec dintre cei trei combustibili, caracterizat printr-un $(CO_2)_{f\ max}$, îi corespunde o anumită dreaptă $\lambda_f = 1$; rezultatele calculelor sînt redate în tabela 2 funcție de $(CO_2)_{f\ max}$, iar dreptele corespunzătoare sînt trasate în diagrama din fig. 2.

Utilizarea diagramei universale de combustie necesită cunoașterea valorilor $(CO_2)_{f\ max}$, $(CO)_{f\ max}$,

Tabela 2

$(CO_2)_{f\ max}$ %	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
$(O_2)_f$ %	0,96	1,96	2,91	3,844	4,76	5,66	6,55	7,41	8,26	9,1	9,22	10,7

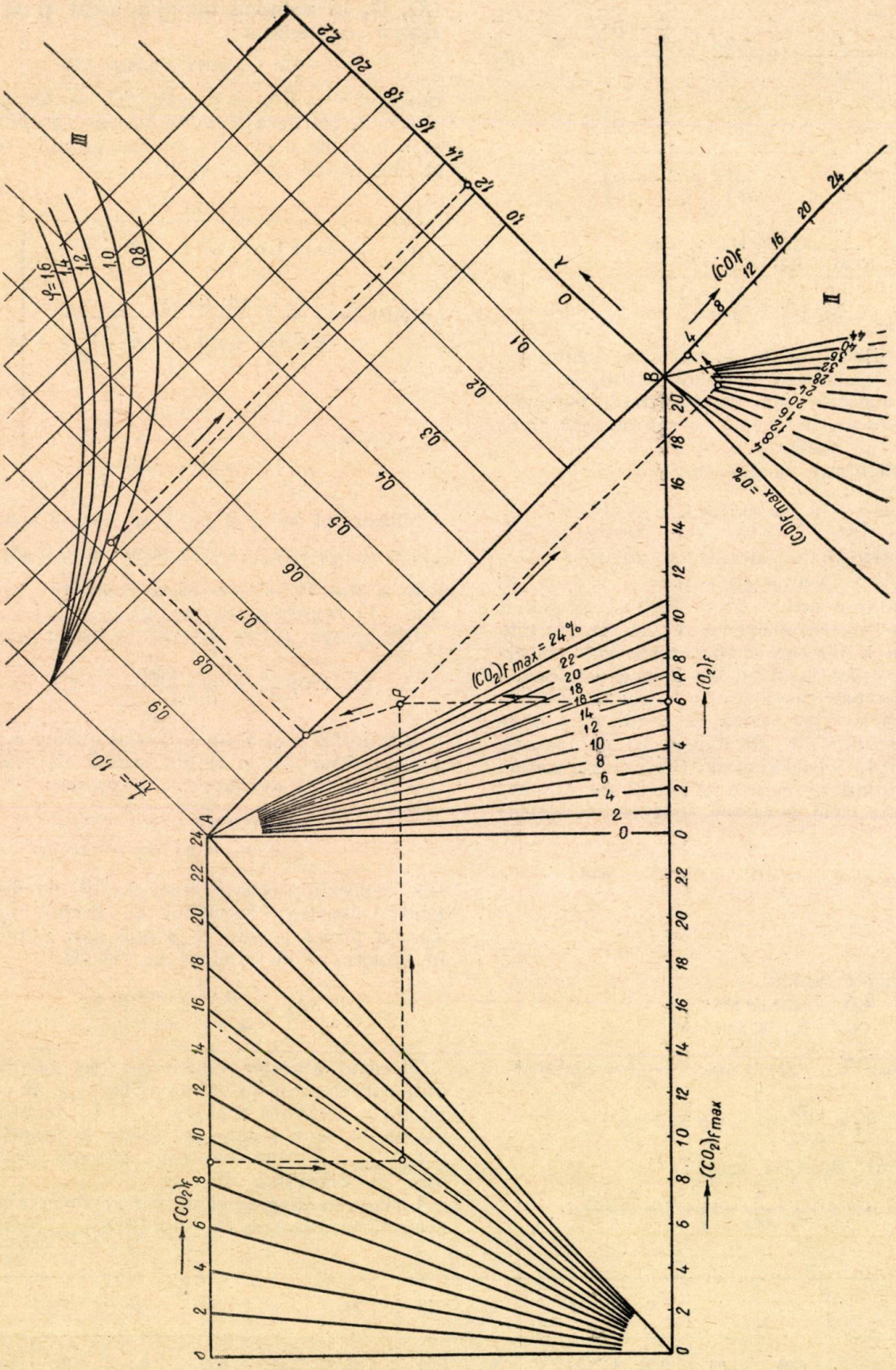


Fig. 2. Diagrama de combustie universală.

λ_f și φ, care variază în funcție de proporția în care se ard cei trei combustibili admiși inițial și se pot calcula din relațiile (5), (6), (10) și (11). În diagramele din fig. 3, 4 și 5 sînt redate rezultatele calculului pentru diferite combinații între cei trei combustibili.

Utilizarea graficelor este foarte simplă. Presupunînd că se ard B_1 kg/h păcură, B_2 Nm³/h gaz de cocs și B_3 Nm³/h gaz de furnal, participarea procentuală în vederea utilizării graficelor rezultă din relațiile de forma :

$$b_i\% = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^{i=3} B_i} 100. \qquad (13)$$

Determinînd, în urma analizei gazelor uscate, valorile lui $(CO_2)_f$ și $(O_2)_f$, iar din nomograma 3 valoarea lui $(CO_2)_{f\,max}$, se poate găsi în diagrama de combustie punctul figurativ al arderii P. Acesta poate cădea în interiorul sau pe conturul triunghiului de combustie ; orice punct situat în afara triunghiului nu corespunde unei arderi reale, ci se datorește unei analize eronate a gazelor arse. Dacă punctul P cade pe ipotenuza AB a triunghiului de combustie, arderea este perfectă, iar în caz contrar arderea este imperfectă. În ultimul caz conținutul de $(CO)_f$ în gazele uscate se citește din graficul auxiliar *II*, conform săgeților.

Coeficientul de excedent λ se determină cu ajutorul graficului auxiliar *III*, construit în baza relației (7), ducîndu-se din punctul P o paralelă la dreapta de $\lambda_f = 1$ corespunzătoare valorii lui $(CO_2)_{f\,max}$ găsită din nomograma 3, pînă ce întîlnește dreapta arderilor perfecte, iar mai departe conform săgeților.

Pentru obținerea unui randament maxim al cazanului, focul trebuie astfel condus, încît să rezulte întotdeauna o ardere perfectă cu un coeficient de excedent minim, care poartă în acest caz denumirea de $\lambda_{op'im}$; valorile sale se stabilesc de la caz la caz, depinzînd în special de natura combustibilului și modul de ardere. În practică se reglează astfel focul, încît arderea să fie perfectă și pe cît posibil excedentul de aer să fie cel optim.

(În cazul arderii amestecul de combustibil considerat în prezenta lucrare se recomandă $\lambda_{op'im} = 1{,}2$).

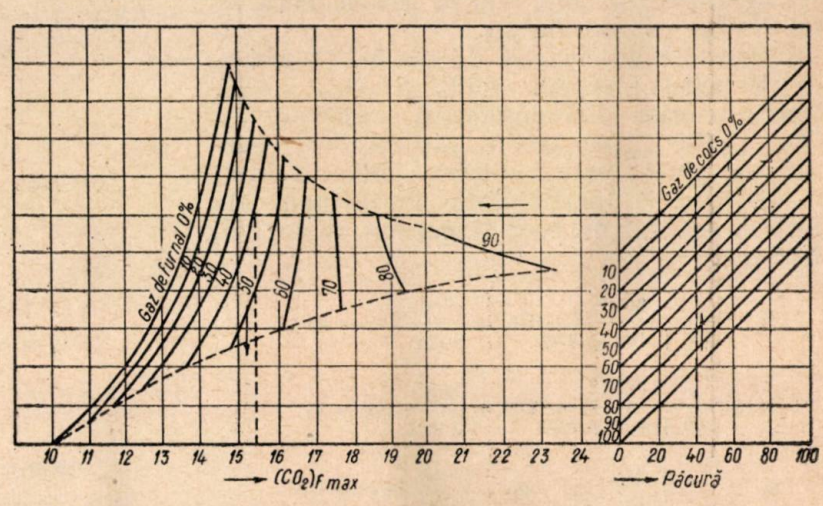


Fig. 3. Nomogramă pentru determinarea lui $(CO_2)_{f\,max}$.

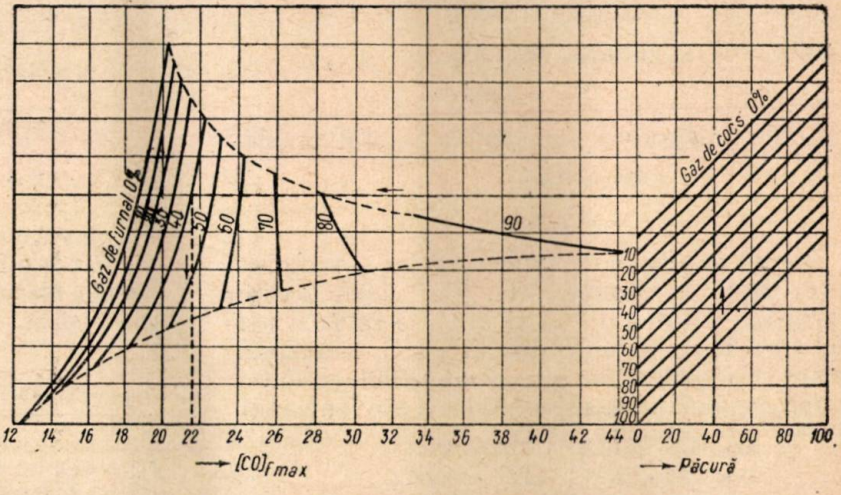


Fig. 4. Nomogramă pentru determinarea lui $(CO)_{f\,max}$.

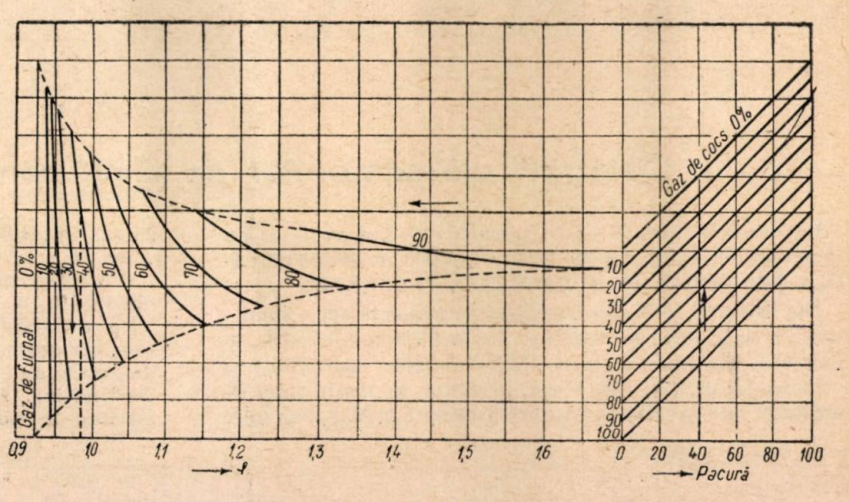


Fig. 5. Nomogramă pentru determinarea lui φ

Exemplu de utilizare a graficelor. Presupunem că în focarul unui cazan de abur se ard concomitent următoarele cantităţi de combustibil: 800 kg/h păcură, 400 Nm³/h gaz de cocs şi 800 Nm³/h gaz de furnal.

Analizatoarele electrice de gaz indică următoarele valori: $(CO_2)_f = 9\%$ şi $(O_2)_f = 6\%$. Pentru a găsi din nomograme valorile lui $(CO_2)_{f\,max}$, $(CO)_{f\,max}$ şi φ, trebuie să determinăm participarea procentuală a combustibililor. Notînd cu b_p, b_c şi b_f participările procentuale ale păcurei, gazului de cocs şi gazului de furnal, obţinem:

$$b_p = \frac{800}{800 + 400 + 800} 100 = \frac{800}{2\,000} 100 = 40\%$$

$$b_c = \frac{400}{800 + 400 + 800} 100 = \frac{400}{2\,000} 100 = 20\%$$

$$b_f = \frac{800}{800 + 400 + 800} 100 = \frac{800}{2\,000} 100 = 40\%$$

Rezultă din grafice:

$$(CO_2)_{f\,max} = 15{,}4\%$$

$$(CO)_{f\,max} = 21{,}6\%$$

$$\varphi = 0{,}985$$

iar din diagrama de combustie universală:

$$(CO)_f = 2{,}8\%$$

$$\lambda = 1{,}26$$

Modul de obţinere a rezultatelor este indicat prin săgeţi în nomograme. Verificarea acestor rezultate printr-un calcul analitic se face astfel: pe baza datelor din tabela 1, corespunzător participării fiecărui combustibil, se determină compoziţia combustibilului convenţional:

$$H = 61{,}6 + 19{,}75 + 3{,}92 = 85{,}27$$
$$C = 57{,}2 + 6{,}75 + 16{,}36 = 80{,}31$$
$$O = 0{,}168 + 1{,}404 + 9{,}9 = 11{,}472$$
$$N = 0{,}256 + 2{,}83 + 20{,}52 = 23{,}606.$$

Aplicînd formulele (4), (6), (7), (9), (10) şi (11), se obţine:

$$(CO_2)_{f\,max} = \frac{80{,}31}{80{,}31 + \frac{0{,}79}{0{,}21}(80{,}31 + 42{,}68 - 11{,}47) + 23{,}6} 100 =$$

$$= 15{,}35\%$$

$$(CO)_{f\,max} = \frac{0{,}21}{0{,}21 \frac{1}{0{,}1535} - 0{,}395} 100 = 21{,}6\%$$

$$(CO)_f = \frac{0{,}21 - 0{,}21 \frac{0{,}09}{0{,}154} - 0{,}06}{\frac{0{,}21}{0{,}154} - 0{,}395} 100 = 2{,}79\%$$

$$\varphi = \frac{80{,}31 + \frac{0{,}79}{0{,}21}(80{,}31 + 42{,}68 - 11{,}47) + 23{,}6}{\frac{1}{0{,}21}(80{,}31 + 42{,}68 - 11{,}47)} = 0{,}986$$

$$\lambda_f = \frac{0{,}21 \frac{0{,}09}{0{,}154} + 0{,}06 + 0{,}42 \frac{1}{0{,}154} - 1}{\frac{1}{0{,}154}(0{,}42 - 0{,}79 \cdot 0{,}09 - 2 \cdot 0{,}06} = 1{,}28$$

$$\lambda = 1 + 0{,}986\ (1{,}28 - 1) = 1{,}276.$$

Comparînd rezultatele obţinute prin cele două metode, se observă că ele sînt foarte apropiate; metoda grafică este însă în mod evident mult mai simplă.

Bibliografie

[1] Arseev A. V. *Sjiganie gazov* — Metalurghizdat, 1952.
[2] Ledinegg M.: *Dampferzeugung* — Ed. Springer, 1952.
[3] Troib S. G.: *Kontrol koefiţienta izbîtka vozduha* — Metalurghizdat, 1959.

Delegaţii ale oamenilor de ştiinţă romîni peste hotare

La Varşovia între 24—26 septembrie 1959, a avut loc un simpozion internaţional cu tema: „**ŞTIINŢA, DEZVOLTAREA ECONOMICĂ ŞI BUNĂSTAREA POPORULUI**".

Din delegaţia ţării noastre care a participat la acest simpozion au făcut parte academician *Eugen Bădărău*, membru în Comitetul Executiv al Asociaţiei Oamenilor de Ştiinţă şi conferenţiar dr. *Gheorghe Creţu*, prorector al Institutului de Medicină Iaşi. Aceiaşi delegaţie a participat la Varşovia între 26—28 septembrie 1959 la lucrările *Adunării Generale a Federaţiei Mondiale a Oamenilor de Ştiinţă*.

O delegaţie de 11 membri ai Asociaţiei Oamenilor de Ştiinţă din R.P.R. a făcut în luna septembrie 1959, în Republica Populară Polonă, o vizită de studii şi documentare, răspunzînd astfel vizitei făcute în anul 1958 de un grup de oameni de ştiinţă din R. P. Polonă. Delegaţia a fost condusă de ing. *Ion Niculescu*, laureat al Premiului de Stat, membru în Consiliul Central ASIT.

Observaţii în legătură cu influenţa proprietăţilor uleiului asupra rezistenţei de izolaţie a transformatoarelor

Ing. *TOMA LASZLO*

Începînd cu anul 1955, în urma apariţiei instrucţiunilor 59—55 [1], întreprinderile de electricitate din R.P.R. au introdus utilizarea metodelor de determinare a umidităţii înfăşurărilor transformatoarelor.

Aceste metode, aplicate de mulţi ani în U.R.S.S., permit un control preventiv foarte preţios asupra calităţilor izolaţiei [2], [3].

Deoarece gradul de umiditate al izolaţiei nu este definit matematic, se determină o serie de indici caracteristici care permit o apreciere asupra gradului de umiditate. La transformatoarele de putere se folosesc în acest scop următorii cinci indici:

1. Rezistenţa de izolaţie R_{60} măsurată cu inductorul la 60 s după aplicarea tensiunii generate de acesta asupra izolaţiei respective.

2. Coeficientul de absorbţie R_{60}/R_{15}, adică raportul dintre rezistenţa de izolaţie măsurată cu inductorul la 60 s şi rezistenţa de izolaţie măsurată cu acelaşi inductor la 15 s după aplicarea tensiunii generate de acesta asupra izolaţiei respective.

3. Tangenta unghiului de pierderi $\operatorname{tg}\delta$.

4. Raportul C_{70}/C_{20} *dintre capacitatea unei înfăşurări faţă de pămînt şi faţă de restul bobinajelor măsurate la* 70°C(C_{70}) *şi la* 20°C(C_{20}). Ambele capacităţi se determină la 50 Hz.

5. Raportul C_2/C_{50} *dintre capacitatea unei înfăşurări faţă de pămînt şi faţă de restul bobinelor, măsurate la* 2 Hz(C_2) *şi la* 50 Hz (C_{50}). Ambele capacităţi se determină la aceeaşi temperatură.

Deoarece pentru determinarea acestor indici este necesar un utilaj costisitor, nu este obligatorie determinarea tuturor indicilor, aprecierea izolaţiei făcîndu-se în majoritatea cazurilor după rezistenţele de izolaţie R_{60} şi R_{15} (transformatoare mai mici de 3 200 kVA şi avînd tensiunea superioară cel mult 15 kV).

Aplicînd această metodă cu ocazia repartiţiei transformatoarelor de putere în baie de ulei, s-au remarcat unele aspecte noi ale problemei, care urmează să fie analizate aci.

În primul rînd, s-a observat că la unele transformatoare, uscate în etuvă, rezistenţa de izolaţie a scăzut brusc după ce au fost introduse în ulei, revenind la valoarea iniţială numai după ce uleiul a fost evacuat din cuvă. Pentru a se obţine rezistenţe de izolaţie satisfăcătoare, a fost necesară înlocuirea completă a uleiului.

S-a observat apoi că la unele transformatoare a căror rezistenţă de izolaţie a fost slăbită în exploatare, această rezistenţă s-a ameliorat brusc, prin simpla înlocuire a uleiului vechi cu uleiu nou.

Se menţionează că în toate cazurile citate, uleiul (atît cel vechi cît şi cel înlocuit) a corespuns tuturor probelor prescrise [1], [8].

Deoarece în toate cazurile a avut loc o variaţie prin salt a rezistenţei de izolaţie în funcţie de prezenţa uleiului în cuvă, s-a considerat necesară o analizare atentă a problemei sub acest aspect, cercetîndu-se în mod special cazul transformatoarelor uscate în etuvă. Concluziile trase de aici au putut fi aplicate şi pentru cazul transformatoarelor aflate în exploatare.

Scăderea bruscă a rezistenţei de izolaţie după incuvare putea fi explicată cu ajutorul următoarelor ipoteze:

a) uleiul a fost umed;

b) unele substanţe aflate în ulei au provocat o descompunere a materialelor izolante din transformator;

c) în etuvă s-a uscat numai bobinajul transformatorului, miezul rămînînd încă umed. Această umezeală a fost difuzată apoi prin ulei în restul elementelor transformatorului;

d) uleiul avea părticele în suspensie, provenite din alterare, care au condus la reducerea rezistenţei sale de izolaţie, fără a reduce însă rigiditatea dielectrică.

Tabela 1

Rezultatele încercărilor efectuate asupra unor transformatoare cu rezistență de izolație nesatisfăcătoare

Nr. crt.	Date			Înfășurări								Uleiuri						Observații
	Nr. inv.	Putere kVA	Tensiuni kV/kV	R_{60}/R_{15}, MΩ/MΩ			R_{60} Normat MΩ	$K = \frac{C_2}{C_{50}}$			C_2/C_{50} Normat	t°C	kV/cm	R_{60} MΩ la 20°C	Ind. aciditate org.	Transparență	Culoare	
				TS – I/II	Ti – I/II	TS – Ti		TS – I/II	Ti – I/II	TS-Ti								
1	82	640	10/2	260/210	240/200	105/95	310	1	1,2	1,25	1,3	12	210	900	0,044	da	brun	Situația inițială cu uleiul original
				390/300	400/310	140/120	360	1	1,2	1,25	1,3	10	—	—	—	—	—	În timpul golirii uleiului (la 50%)
				4 500/3 000	2 900/2 000	2 100/1 500	360	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	Imediat după golirea uleiului
				6 000/4 000	3 200/3 000	3 200/2 000	360	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	La 16 ore după golirea uleiului
				700/500	620/500	350/300	285	1,17	1,2	1,24	1,3	13	226	10 000	0,05	da	galben	La 15 ore după schimbarea uleiului
2	152	240	10/0,4	190/150	160/140	245/180	450	—	—	—	—	7	204	850	—	da	galben	Situația inițială cu uleiul original
				6 000/4 900	1 500/1 300	7 500/5 000	310	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	După golirea uleiului
				650/520	210/160	800/640	163	—	—	—	—	20	213	10 000	0,05	da	galben	La 24 ore după schimbarea uleiului
3	244	240	10/0,4	40/36	35/22	42/40	360	—	—	—	—	10	203	375	—	da	portocaliu	Situația inițială
				1 200/900	600/530	1 300/1 100	163	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	După golirea uleiului
				950/720	780/500	1 100/780	310	—	—	—	—	12	227	10 000	0,05	da	galben	Cu ulei nou
4	243	240	10/0,4	200/170	165/140	225/180	450	—	—	—	—	7	186	540	—	da	portocaliu	Situația inițială
				2 700/2 000	1 000/825	2 800/2 100	390	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—	După golirea uleiului
				630/500	460/370	720/580	202	—	—	—	—	18	202	10 000	0,05	da	galben	Cu ulei nou
5	26 664	180	15/0,4	360/280	520/400	600/520	340 — 15 kV 230 — 0,4 kV	—	—	—	—	16	190	1500	—	da	galben	Situația inițială, parțial umplut cu ulei
				70/65	92/80	100/85	78 — 15 kV 54 — 0,4 kV	—	—	—	—	36	190	1 500	—	da	galben	După completare cu ulei
							— 15 kV — 0,4 kV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	După golirea uleiului
				1 028/	770/	1 000/	285 — 15 kV 190 — 0,4 kV	—	—	—	—	18	179	9 300	fără	da	portocaliu	Cu ulei nou

Sistematizînd rezultatele încercărilor efectuate de mai multe transformatoare, s-au putut constata următoarele aspecte caracteristice (tabela 1).

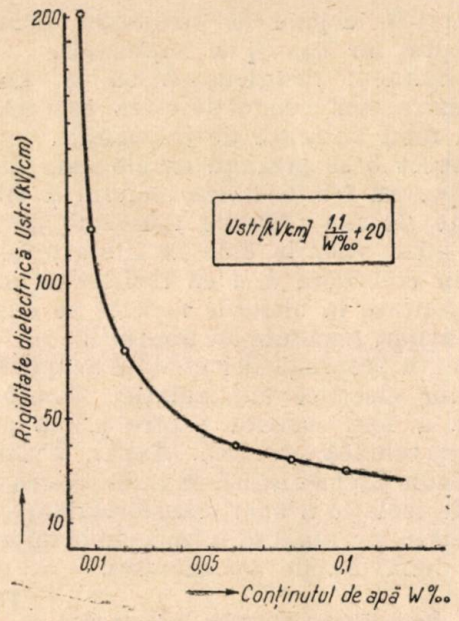


Fig. 1. Variația rigidității dielectrice a uleiului în funcție de conținutul de apă.

1. Uleiurile respective, verificate înainte și după încuvare, au corespuns condițiilor prevăzute în norme [1], [8]. Se menționează că cel mai sensibil indice al umidității uleiului — rigiditatea dielectrică [3], [4], [5] — avea valori mult mai ridicate decît cea prevăzută în norme, deci era exclusă posibilitatea de trecere a umidității din ulei în înfășurări.

2. Dacă s-a golit uleiul din transformator, rezistența de izolație a crescut din nou foarte mult, revenind practic la situația dinainte de încercare (la scoaterea din etuvă).

Chiar în timpul evacuării uleiului, rezistența de izolație a început să-și mărească valoarea.

3. Variația coeficientului de absorbție R_{60}/R_{15} era relativ mică, fiind în general aproape de valorile admisibile.

4. Raportul C_2/C_{50} era corespunzător în toate cazurile cînd s-a măsurat.

5. Prin simpla înlocuire a uleiului vechi cu ulei nou situația a fost remediată.

În cursul încercărilor s-au mai făcut două observații prețioase :

6. Influența uleiului asupra rezistenței de izolație a fost mai pronunțată la transformatoare mari.

7. Uleiul scos dintr-un transformator, în care a provocat scăderea rezistenței de izolație, și introdus în alt transformator nu mai provoca o scădere sub valorile normate a rezistenței de izolație dacă cel de-al doilea era de putere mai mică.

Din cele arătate mai sus rezultă clar imposibilitatea ipotezelor *a*—*c*, și anume :

a) Uleiul nu putea fi umed. Astfel, de exemplu, rigiditatea dielectrică cea mai slabă, măsurată la uleiurile vechi, de 186 kV/cm (transf. 243), corespunde unui ulei foarte bine uscat (conținut de apă sub 0,001°/$_{00}$ (fig. 1).

Se mai poate observa că, deși uleiul nou introdus în transformatorul nr. 26 664 avea rigiditatea dielectrică mai scăzută (179 kV/cm) decît uleiul vechi (110 kV/cm), rezistența de izolație a crescut foarte mult prin înlocuirea uleiului.

b) Nu putea avea loc descompunerea materialelor izolante, deoarece, prin evacuarea uleiului, rezistența de izolație a revenit la valoarea ei inițială.

c) Dacă miezul era umed, rigiditatea dielectrică a uleiului trebuia să scadă brusc după încercare. Acest lucru nu s-a întîmplat.

A rămas deci posibilă numai ipoteza prezenței unor particule în suspensie datorită alterării uleiului, care au condus la slăbirea rezistenței de izolație a acestuia.

Această ipoteză era susținută de următoarele indicii :

1. Culoarea uleiului (în multe cazuri portocalie sau chiar brună).

2. Indicele de aciditate organică ; în cele mai multe cazuri la limita superioară admisă de norme [1], [8].

Pentru a se putea confirma exactitatea acestei ipoteze s-a trecut la următoarele verificări :

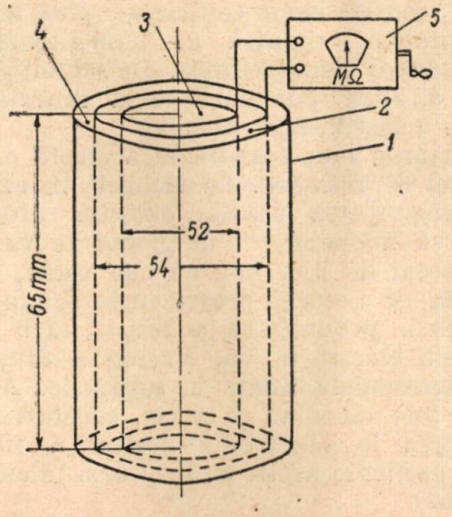


Fig. 2. Dispozitiv de măsurare a rezistivității la izolanți lichizi :
1 — vas de sticlă ; *2* — cilindru metalic exterior (gol) ; *3* — cilindru metalic interior (p în) ; *4* — lichidul izolant ; *5* — inductor 2 500 V.

1. S-a făcut o centrifugare îndelungată a uleiului vechi din transformatorul 82. În urma acestei centrifugări, în separator s-a format o

cantitate însemnată de depozit de culoare închisă, în acelaşi timp culoarea uleiului s-a făcut mai deschisă.

2. S-a confecţionat un dispozitiv de măsurare a rezistenţei de izolaţie pentru ulei (fig. 2).

Cu ajutorul acestui dispozitiv s-a putut determina rezistivitatea uleiurilor în cauză, constatînd că, în toate cazurile cînd rezistenţa de izolaţie a transformatoarelor a scăzut în prezenţa uleiului, acesta a avut rezistivităţi mult mai mici decît cele normale (tabela 2).

Tabela 2

Transf. Nr.	Rezistenţa de izolaţie MΩ		Rezistivitate 10^{12} Ω cm	
	Ulei vechi	Ulei nou	Ulei vechi	Ulei nou
82	900	10 000	0,97	10,8
152	850	10 000	0,92	10,8
244	375	10 000	0,405	10,8
243	540	10 000	0,58	10,8
26 664	1 500	9 300	1,62	10

Observaţie. Sensibilitatea inductorului fiind insuficientă pentru valori care depăşesc 10^4 MΩ valorile rezistivităţilor pentru uleiuri noi au fost probabil mai mari decît cele indicate în tabela de mai sus.

Scăderea rezistenţei de izolaţie a uleiurilor datorită particulelor în suspensie este cunoscută în literatură.

Astfel, Masson, în rapoartele sale prezentate la CIGRE [9], [10], [11], consideră că măsurarea rezistivităţii în funcţie de temperatură poate aduce un ajutor foarte preţios în studiul calităţilor uleiurilor izolante. Făcînd toate încercările cu uleiuri uscate în prealabil, Masson a eliminat influenţa umidităţii, studiind numai influenţa celorlalte părţi componente asupra rezistivităţii uleiurilor. Cu această ocazie el menţionează, contrar celor considerate pînă atunci, că aciditatea organică nu influenţează în mod hotărîtor rezistivitatea. În schimb, reziduurile alcaline pot conduce la înrăutăţirea gravă a rezistivităţii uleiului.

La uleiurile noi, rezistivitatea creşte o dată cu gradul de rafinare. La uleiurile în exploatare rezistivitatea scade, datorită alterării, cu o viteză independentă de gradul de rafinare.

Amestecul de ulei nou cu ulei vechi, chiar dacă este de aceeaşi provenienţă, conduce la înrăutăţirea pronunţată a rezistivităţii [10].

Pe cale electrostatică, Masson a reuşit să separe particulele aflate în suspensie. Acelaşi lucru a fost încercat şi la noi, constatîndu-se depozitarea la electrodul pozitiv a fibrelor şi altor particule aflate în suspensie (uleiul din transf. 82).

Skanovi [6] arată că conductivitatea lichidelor izolante pure depinde de o relaţie de forma :

$$\gamma = \frac{1}{\rho} = Ae^{-\frac{B}{T}}$$

unde A şi B sînt constante de material, iar T este temperatura absolută.

La lichidele izolante care conţin impurităţi, relaţia este de forma :

$$\gamma = A_1 e^{-\frac{B_1}{T}} + A_2 e^{-\frac{B_2}{T}}$$

unde A_1, B_1 depind de calităţile lichidului izolant pur, iar A_2, B_2 de impurităţi.

Tot Skanovi menţionează că la uleiurile de transformator conductivitatea este determinată în mod hotărîtor de impurităţi.

În tabela 3 se prezintă cifrele date în literatură pentru rezistivitatea uleiului şi valorile măsurate de noi (valorile măsurate se încadrează între valorile date în literatură).

Putem considera deci că rezistivităţile scăzute măsurate la uleiurile noastre se datoresc impurităţilor, rezultate ale alterării.

Influenţa proprietăţilor uleiului asupra caracteristicilor electrice ale izolaţiei transformatoarelor a fost sezisată pentru prima dată în literatura tehnică sovietică. Astfel, Zvezdchin şi Nadelson [12] sezisează că înrăutăţirea rezistenţei de izolaţie a unor transformatoare mari nu se datoreşte umidităţii izolaţiei ci unor proprietăţi nefavorabile ale uleiului.

Tabela 3

Rezistivitatea uleiurilor izolante (cm)

	Valori măsurate	Valori date în literatură	Bibliografie
Ulei nou	10.10^{12}	$(4 \div 30)10^{12}$	[6]
Ulei puţin rafinat	—	$0{,}6.10^{12}$	[10] [11]
Ulei foarte rafinat	—	$>30.10^{12}$	[10] [11]
Uleiuri uzate	$(0{,}4 \div 1{,}6)10^{12}$	$(0{,}1 \div 2)10^{12}$	[10] [11]

Gladkin [14] constată că pierderile dielectrice ale uleiului pot conduce la erori grave în aprecierea umidităţii izolaţiei transformatorului.

Dată fiind importanţa problemei, ea a fost discutată şi în cadrul „Consfătuirii pentru îmbunătăţirea calităţii uleiurilor energetice şi exploatarea lor", organizată în 1955, la Baku, de către Asociaţia tehnico-ştiinţifică din industria energetică din Azerbaidjan, ajungîndu-se la concluzia că pierderile dielectrice ridicate ale uleiurilor se datoresc prezenţei esterilor în stare dispersată şi, în multe cazuri, dizlocării în ulei a componentelor lacului. Urmează să se analizeze acum în ce măsură poate influenţa rezistivitatea uleiului rezistenţa de izolaţie a transformatoarelor. În acest sens se va considera următoarea schemă echivalentă a circuitului prin care trece curentul generat de inductor (fig. 3).

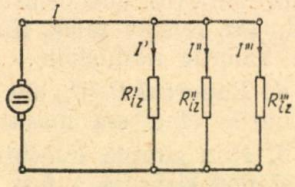


Fig. 3. Schemă echivalentă a rezistenţelor de izolaţie la un transformator în ulei.

În această figură s-au notat cu :

I' — curentul de fugă prin stratul de ulei ;

I'' — curentul de fugă prin straturile izolante solide ;

I''' — curentul de fugă de-a lungul suprafețelor izolante solide ;

$R'_{iz}, R''_{iz}, R'''_{iz}$ — rezistențele de izolație corespunzătoare celor trei componente ale curentului de fugă.

Conform schemei, curentul de fugă total este dat de relația :

$$I = GU$$

unde :

$$G = G' + G'' + G'''$$

și

$$G' = \frac{1}{R'_{iz}} \quad G'' = \frac{1}{R''_{iz}} \quad G''' = \frac{1}{R'''_{iz}}$$

Cele trei rezistențe de izolație fiind în paralel, este suficient ca una singură să fie mică în raport cu celelalte, pentru a influența în mod hotărîtor valoarea rezistenței de izolație totale. Mărimea rezistențelor de izolație R''_{iz}, respectiv R'''_{iz}, este hotărîtoare în cazurile cînd izolația este umedă sau acoperită cu impurități. Dacă însă izolația transformatorului este curată și uscată, termenul R'_{iz} poate fi cel determinant. Influența acestui termen poate fi scoasă în evidență făcînd raportul dintre rezistența de izolație măsurată la transformatorul umplut cu ulei (R') și după golirea uleiului (R'')

Astfel, de exemplu la transformatorul 82 (tabela 1) acest raport este de 1 : 33,5 (TS-Ti) cu uleiul vechi și de 1 :9,1 cu uleiul nou. Și la restul transformatoarelor acest raport este foarte mare, arătîndu-se într-adevăr influența hotărîtoare a curentului de fugă prin stratul de ulei (I'), care este în acest caz mai mare decît restul componentelor ($I'' + I'''$).

În aceste condiții poate prezenta interes determinarea prin calcul a rezistenței de izolație dintre R'_{iz} dintre înfășurări (TS-Ti), deoarece va permite deducerea unei izolații dintre rezistivitatea uleiului și rezistența de izolație a transformatorului. Rezistența de izolație dintre înfășurări R'_{iz} se poate determina considerîndu-se doi cilindri concentrici (fig. 4).

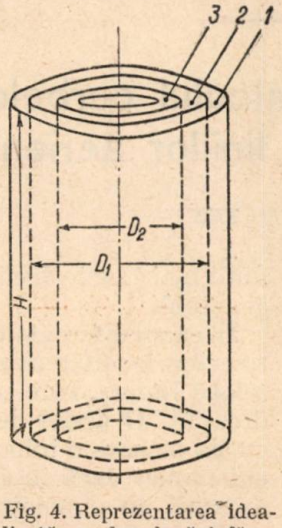


Fig. 4. Reprezentarea idealizată a celor două înfășurări ale unui transformator : *1* — înfășurarea de tensiune superioară (T_2) ; *2* — înfășurarea de tensiune inferioară (T_1) ; *3* — stratul de ulei dintre înfășurări.

Rezistența de izolație a stratului de ulei cuprins între cei doi cilindri concentrici va fi :

$$R'_{iz} = \frac{\rho . l}{s}$$

unde :

$$s = \pi D_m H = \pi \frac{D_1 + D_2}{2} H$$

și

$$l = \frac{D_1 - D_2}{2}$$

de unde :

$$R'_{iz} = \rho \frac{D_1 - D_2}{(D_1 + D_2)\, H} .$$

La un transformator trifazat vom avea :

$$R'_{iz} = \frac{1}{3} \rho \frac{D_1 - D_2}{\pi (D_1 + D_2) H} .$$

Desigur că această relație va putea fi utilizată numai pentru orientare. Pentru verificarea ei se prezintă următorul exemplu de calcul :

La transformatorul 244 de 240 kVA, fabricat de „Electroputere" — Craiova, avem :

$D_1 = 27$ cm $\quad \rho = 0{,}405.10^{12}$ Ω cm (uleiul vechi).

$D_2 = 24$ cm $\quad \rho = 10.10^{12}$ Ω cm (uleiul nou).

$H = 42$ cm

$$R'_{iz} = \frac{\rho}{3\pi\ 42} \cdot \frac{27-24}{27+24} \cong 1{,}5.10^{-4} \rho\ (\Omega)$$

din $\rho = 0{,}405.10^{12}$ (uleiul vechi) și $\rho = 10.10^{12}$ (uleiul nou) rezultă :

$R'_{iz} = 1{,}5.10^{-4}.0{,}405.10^{12} = 61$ MΩ (cu uleiul vechi)

$R'_{iz} = 1{,}5.10^{-4}.10.10^{12} = 1\,500$ MΩ (cu uleiul nou).

Comparînd aceste valori cu rezistențele de izolație măsurate (TS-Ti) : 42 MΩ cu uleiul vechi și 1 100 MΩ cu uleiul nou (tabela 1), se confirmă justețea considerațiilor de mai sus.

Din cele arătate rezultă următoarele concluzii :

Spre deosebire de cele considerate pînă în prezent [2], la interpretarea rezultatelor măsurătorilor de rezistența izolației trebuie ținut seamă și de rezistivitatea uleiului, care poate fi determinată în cazul transformatoarelor reparate (deci cu izolația curățită și uscată), dar poate avea influență foarte mare și în cazul transformatoarelor în exploatare.

Va trebui deci separată influența rezistivității uleiului, a umidității și a depunerilor de impurități. În acest sens se propune să se compare :

— rezistențele de izolație (TS-Corp, TI-Corp TS-Ti) și coeficienții de absorbție corespunzători :

— rezistivitatea uleiului ;

— rigiditatea dielectrică a uleiului.

În cazurile cînd rezistivitatea uleiului este scăzută, rezistențele de izolație trebuie determinate și după golirea uleiului.

Interpretarea rezultatelor poate fi făcută în baza tabelei 4.

Deoarece rezistivitatea uleiului nu este normată, va trebui stabilită valoarea ei minimă admisibilă, ținîndu-se cont de valorile minime recomandate pentru rezistențele de izolație ale transformatoarelor.

Considerăm că această valoare ar trebui cuprinsă în completarea STAS 811—52.

Tabela 4

Rezistența de izolație		Coeficient de absorbție		Rezistivitatea uleiului	Rigiditatea dielectrică a uleiului	Concluzii
Cu ulei	Fără ulei	Cu ulei	Fără ulei			
Necoresp.	Necoresp.	Necoresp.	Necoresp.	(indif.)	Necoresp.	Transf. umed
Necoresp.	Necoresp.	(indif.)	(indif.)	(indif.)	Coresp.	Depuneri pe izolație
Necoresp.	Coresp.	(indif.)	(indif.)	Necoresp.	Coresp.	Ulei alterat

Bibliografie

[1] M.E.E.I.E. — D. G. T.: *Instrucțiunile* nr. 59—55. *Instrucțiuni pentru executarea încercărilor și a măsurătorilor preventive asupra echipamentului electric în timpul exploatării și cu prilejul reparațiilor* E.E.S. 1955.

[2] Borisoglebski V. P.: *Bazele fizice și metodele pentru încercarea preventivă a izolației industriale.* Traducere din l. rusă. E. E. S. 1953.

[3] Sirotinski I. L.: *Tehnica tensiunilor înalte.* Traducere din l. rusă. Editura Tehnică, București, 1956.

[4] Roth A.: *Hochspannungstechnik.* Springer Verlag, Wien, 1938.

[5] Verebély L.: *Villamoserö ätvitel,* vol. I. Tankönyvkiado, Budapest, 1953.

[6] Skanovi I. G.: *Fizika dielektrikov.* Ed. Academiei U.R.S.S.

[7] * * *: *Manualul Inginerului Electrician,* vol. III. Editura Tehnică, 1958.

[8] ***: Stas 811—52.

[9] Masson: *Variation de la resistivité des huiles isolantes avec le degré de raffinage ou le degré d'alteration.* Rapport nr. 44 CIGRE, 1931.

[10] Masson: *La qualité d'une huile isolante peut-elle être appréciée par des mesures de resistivité?* Rapport nr. 20, CIGRE, 1933.

[11] Masson: *Nouvelles observations sur les huiles isolantes.* Rapport nr. 130, CIGRE, 1935.

[12] Zvezdkin N. V. și Nadelson D. R.: *Influența proprietăților uleiului asupra caracteristicii izolației transformatoarelor.* Centrale Electrice (Electriceschie Stanții) nr. 3, 1953, p. 65 (traducere din l. rusă, E.E.S.).

[13] Ivanov S. V. și Mirzoeva A. E.: *Despre cauzele măririi pierderilor dielectrice ale uleiului și înrăutățirea caracteristicilor electrice ale izolației transformatoarelor.* Centrale Electrice (Electriceschie Stanții) nr. 12, 1954, p. 39 (traducere din l. rusă, E. E. S.).

[14] Gladkin A. M.: *Influența pierderilor dielectrice ale uleiului asupra caracteristicilor de izolație a transformatoarelor.* Centrale Electrice (Electriceschie Stanții) nr. 3, 1954, p. 44 (traducere din l. rusă, E. E. S.)

Expresii simplificate pentru calculul curbelor de montare a conductoarelor liniilor aeriene

Ing. *A. SEMLYEN*

Problema calculului mecanic al conductoarelor liniilor aeriene a fost tratată pe larg în literatură, ajungîndu-se la soluții analitice și grafice foarte variate. Totuși un aspect practic al calculului analitic se pare că nu a fost luat în considerare : la calculul curbelor de montare se trece de la o stare la alta (cu ajutorul ecuației de stare) și în unele cazuri cele două stări sînt foarte apropiate unele de altele sub aspectul variației unui parametru (săgeata f, solicitarea σ, sau sarcina specifică g); în această situație în ecuația de stare apar diferențe ale unor termeni de o mărime puțin diferită și este rațional, pentru a simplifica calculele, să se stabilească expresii „aproximative", care însă, în condițiile diferențelor mici, prin eliminarea erorilor calculului numeric, vor da rezultate mult mai exacte decît ecuația de stare sub forma generală.

În cazul diferențelor mici, se impune de la sine trecerea la diferențiale. După integrare rezultă relații liniare, care se reprezintă grafic printr-o dreaptă. O astfel de dreaptă este tangentă la curba pe care o înlocuiește. Ea o va putea înlocui numai dacă însăși curba diferă puțin de o dreaptă, în domeniul considerat.

Figura 1 reprezintă cazul unei curbe de montare la o deschidere relativ mică ($l = 150$ m). În acest caz $\Delta\sigma$ variația solicitării între $-30°$ și 40°C este relativ mare și curba prezintă o curbă accentuată. La deschideri mai mari însă, se constată că $\Delta\sigma$ devine din ce în ce mai mic, iar curba se liniarizează din ce în ce mai mult. Metoda de calcul simplificată este deci

aplicabilă în cazul deschiderilor nu prea mici, la calculul curbelor de montare.

Pentru determinarea temperaturii critice t_{cr} — temperatura la care săgeata fără sarcină adiţională (sarcina g_1) este egală cu săgeata conductorului încărcat cu chiciură, în lipsa vîntului (sarcina g_3) — este necesar să se determine cu

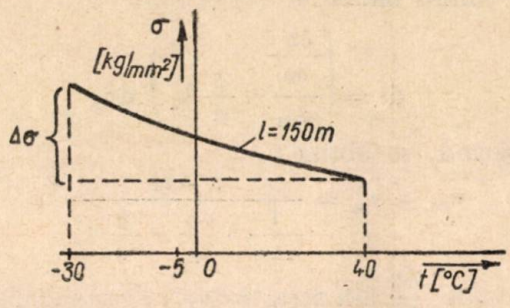


Fig. 1. Curbă de montare la o deschidere mică.

ajutorul ecuaţiei de stare solicitarea σ_3 corespunzătoare sarcinii specifice g_3, pornind de la starea (dacă $l > l_{cr}$) conductorului încărcat cu chiciură şi vînt (sarcina g_7) cu solicitarea corespunzătoare σ_7, egală cu cea admisibilă. Cum g_3 nu este decît cu puţin mai mic decît g_7, se impune şi în acest caz, pentru uşurarea determinării lui σ_3 să se dezvolte o formulă simplificată. Solicitarea σ_3 se va determina astfel mai precis, ceea ce prezintă interes la calculul lui t_{cr}, mai ales cînd acesta rezultă în jur de 40°C, temperatură cu care urmează să fie comparată.

Ecuaţia de stare şi expresii explicite ale curbei de montare. Notînd cu σ_0 solicitarea în punctul cel mai de jos al lănţişorului, cu

$$p = \frac{\sigma_0}{g} \tag{1}$$

parametrul lănţişorului, se obţine ecuaţia lănţişorului

$$y = p\left(\operatorname{ch}\frac{x}{p} - 1\right) \tag{2}$$

şi solicitarea

$$\sigma = \sigma_0 \operatorname{ch}\frac{x}{p}. \tag{3}$$

Săgeata, în deschidere orizontală (fig. 2), va fi

$$f^* = p\left(\operatorname{ch}\frac{l}{2p} - 1\right), \tag{4}$$

sau, păstrînd trei termeni din dezvoltarea în serie :

$$f^* \cong p\left[\frac{1}{2}\left(\frac{l}{2p}\right)^2 + \frac{1}{24}\left(\frac{l}{2p}\right)^4\right] =$$

$$= \frac{l^2}{8p} + \frac{1}{6p}\left(\frac{l^2}{8p}\right)^2 = f^{**} + \frac{1}{6p} f^{**}, \tag{5}$$

în care :

$$f^{**} = \frac{l^2}{8p} = \frac{l^2 g}{8\sigma_0}. \tag{6}$$

În deschidere înclinată săgeata va fi :

$$f = \frac{f^*}{\cos\psi}. \tag{7}$$

Lungimea lănţişorului este, în deschidere orizontală :

$$L^* = l\,\frac{\operatorname{sh}\dfrac{l}{2p}}{\dfrac{l}{2p}}, \tag{8}$$

sau, notînd

$$\xi = \frac{l}{2p} = 4\frac{f^{**}}{l} = 4\varphi, \tag{9}$$

unde φ reprezintă săgeata specifică,

$$L^* = l\frac{\operatorname{sh}\xi}{\xi} \cong l\left[1 + \frac{\xi^2}{6} + \frac{2}{15}\left(\frac{\xi}{2}\right)^4 \cong\right.$$

$$\left. \cong l\left(1 + \frac{\xi^2}{6}\right)\right] = l\left(1 + \frac{8\varphi^2}{3}\right), \tag{10}$$

dacă deschiderea nu este prea mare. Dacă $\xi < 0{,}2 \ldots 0{,}25$ (deschideri sub 400 ... 500 m, dacă p este în jur de 1 000 m) se poate considera $L^* = l$, iar la $\xi = 0{,}2 \ldots 1$ (deschideri pînă la 1 500 . . .2 000 m) se poate considera $L^* = l\left(1 + \frac{\xi^2}{6}\right)$, eroarea fiind sub 1%. Lungimea lănţişorului în deschidere înclinată este

$$L = \sqrt{L^{*2} + h^2} \tag{11}$$

Această relaţie („teorema lui Pitagora generalizată", fig. 2) este demonstrată în anexa 1.

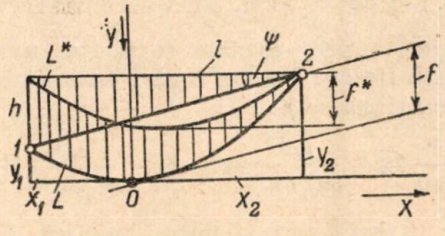


Fig. 2. Forma conductorului într-o deschidere înclinată.

Solicitarea medie în conductor are expresia

$$\sigma = k\sigma_0, \tag{12}$$

iar diferenţiala ei

$$d\sigma = k_1 d\sigma_0, \tag{13}$$

k şi k_1 fiind coeficienţi de valoare numai puţin diferită de unitate şi determinaţi în anexa 2.

Ecuaţia de stare exprimă faptul că o creştere ΔL a lungimii lănţişorului se datoreşte dila-

tării (la creşterea temperaturii cu Δt) şi alungirii elastice (la creşterea solicitării medii cu $\Delta\sigma$):

$$\Delta L = \alpha L \Delta t + \beta L \Delta\sigma \,, \qquad (14)$$

sau notînd cu indicele a starea iniţială şi cu indicele b starea finală.

$$L_b - L_a = \alpha L(t_b - t_a) + \beta L(\sigma_b - \sigma_a)\,, \qquad (15)$$

L fiind o lungime intermediară medie.

La deschideri mici, (adică sub 400 ... 400 m) orizontale sau înclinate, ecuaţia (15) devine

$$t_b = t_a + \frac{l^2}{24\alpha_t}\left[\left(\frac{g_b}{\sigma_b}\right)^2 - \left(\frac{g_a}{\sigma_b}\right)^2\right] - \frac{\beta}{\alpha}(\sigma_b - \sigma_a). \qquad (16)$$

în care σ($= \sigma_a$ sau σ_b) reprezintă solicitări medii [adică, la deschideri mici înclinate $\sigma = \frac{\sigma_0}{\cos\psi}$ relaţia (53)]. Dacă cele două stări diferă puţin, relaţia (16) se poate scrie:

$$\mathrm{d}t = -\frac{l^2}{24\alpha}\,\mathrm{d}\left(\frac{g}{\sigma}\right)^2 - \frac{\beta}{\alpha}\,\mathrm{d}\sigma. \qquad (17)$$

Dacă ambele stări corespund aceleiaşi sarcini specifice (de exemplu $g_a = g_b = g_1$) se obţine

$$\mathrm{d}t = -\left[\frac{g_1^2 l^2}{12\,\alpha\,\sigma_1^3} + \frac{\beta}{\alpha}\right]\mathrm{d}\sigma. \qquad (18)$$

Integrînd, rezultă

$$\boxed{\sigma_b - \sigma_a = -\frac{t_b - t_a}{\frac{g_1^2 l^2}{12\,\alpha\,\sigma_1^3} + \frac{\beta}{\alpha}}} \qquad (19)$$

Astfel s-a obţinut o expresie liniară între t_b şi σ_b. Ea este suficient de exactă la deschideri nu prea mici. Într-adevăr, se observă din (19) că dacă $l \to \infty$, $\frac{\mathrm{d}\sigma}{\mathrm{d}t} \to 0$, adică solicitarea variază foarte puţin, prin urmare se poate aproxima că variază liniar. Pentru a găsi variaţia săgeţii, se diferenţiază (7):

$$\mathrm{d}f = \frac{\mathrm{d}f^*}{\cos\psi} \cong -\frac{g_1 l^2}{8\sigma_{01}^2\cos\psi}\,\mathrm{d}\sigma_0 = -\frac{g_1 l^2}{8\sigma_1^2\cos^2\psi}\,\mathrm{d}\sigma. \qquad (20)$$

Dacă σ variază numai puţin, rezultă, folosind relaţia (19):

$$f_b - f_a = -\frac{g_1^2 l}{8\sigma_1^2\cos^2\psi}(\sigma_b - \sigma_a) = \boxed{= \frac{g_1 l^2}{8\sigma_1^2\cos^2\psi} \cdot \frac{t_b - t_a}{\frac{g_1^2 l^2}{12\alpha\sigma_1^3} + \frac{\beta}{\alpha}}} \qquad (21)$$

Relaţiile (19) şi (21) sînt expresii simple, explicite, liniare, ale curbelor de montare, valabile la deschideri sub 400 . . .500 m.

La deschideri mari ($l >$ 400 . . 500 m) caracterul liniar al ecuaţiei de stare apare foarte pronunţat. De aceea relaţia (14) se va scrie cu diferenţiale

$$\mathrm{d}t = \frac{\mathrm{d}L}{\alpha L} - \frac{\beta}{\alpha}\,\mathrm{d}\sigma, \qquad (22)$$

sau, ţinînd seama de (1) şi (13)

$$\mathrm{d}t = \left(\frac{\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}p}}{\alpha L_{g1}} - \frac{\beta}{\alpha}k_1\right)\mathrm{d}\sigma_0 \qquad (23)$$

Integrînd, se obţine:

$$\sigma_{0b} - \sigma_{0a} = \frac{t_b - t_a}{\frac{1}{\alpha L g_1}\cdot\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}p} - \frac{\beta}{\alpha}k_1}\cdot \qquad (24)$$

Derivata $\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}p}$ din această expresie se calculează, ţinînd seama de (8) şi (11):

$$\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}p} = \frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}L^*}\cdot\frac{\mathrm{d}L^*}{\mathrm{d}p} = -2\frac{L^*}{L}\,[\xi\,\mathrm{ch}\,\xi - \mathrm{sh}\,\xi]. \qquad (25)$$

Expresia din paranteză este o diferenţă a două mărimi puţin diferite, dacă $\xi \ll 1$. Dezvoltînd în serie, efectuînd scăderea şi neglijînd termenii de ordin superior, se obţine

$$\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}p} \cong -\frac{2}{3}\xi^3\left[1 + \frac{\xi^2}{10} + \frac{2}{35}\left(\frac{\xi}{2}\right)^4\right]\cos\psi' \cong$$

$$\cong -\frac{2}{3}\xi^3\left(1 + \frac{\xi^2}{10}\right)\cos\psi' \qquad (26)$$

Pe de altă parte (relaţia (51)):

$$L = \frac{L^*}{\cos\psi'} \cong \frac{l\left(1 + \frac{\xi^2}{6}\right)}{\cos\psi'}\cdot \qquad (27)$$

Înlocuind (26) şi (27) în (24) se obţine

$$\sigma_{0b} - \sigma_{0a} = -\frac{t_b - t_a}{\frac{2\xi^3\left(1 - \frac{\xi^2}{15}\right)\cos^2\psi'}{3\,\alpha\,l\,g_1} + \frac{\beta}{\alpha}k_1} \cong$$

$$\cong -\frac{3\,\alpha\,l\,g_1}{2\xi^2\left(1 - \frac{\xi^2}{15}\right)\cos^2\psi}(t_b - t_a). \qquad (28)$$

În ultima relaţie s-a ţinut seama de (52) şi de faptul că la deschideri mari al doilea termen de la numitor este neglijabil faţă de primul. În cazul deschiderilor mici prima formă a relaţiei (28) se reduce la forma (19), făcînd înlocuirile:

$$\sigma_{0b} - \sigma_{0a} = \frac{\sigma_b - \sigma_a}{k_1},\ \cos\psi' = \cos\psi,\ k_1 = \frac{1}{\cos\psi}$$

$$\xi = \frac{l}{2p} = \frac{lg_1}{2\,\sigma_{01}},\ 1 - \frac{\xi^2}{15} \to 1$$

Acest rezultat este firesc.

Expresia variației săgeții se obține înlocuind (28)în expresia (20) integrată :

$$f_b - f_a = -\frac{g_1 l^2}{8\,\sigma_{01}^2 \cos\psi}(\sigma_{0b} - \sigma_{0a}) . \qquad (29)$$

Efectuînd calculele după relația (28) se constată că variația lui σ este de ordinul unei zecimi de kg/mm² la deschideri mari. De aceea, în general, la calculul acestei variații se pot admite erori mici. Pentru simplificare se propune deci folosirea și în cazul deschiderilor mari, a expresiilor (19) și (21) care se prezintă, prin neglijarea lui $\frac{\beta}{\alpha}$ astfel :

$$\boxed{\sigma_b - \sigma_a = -\frac{12\,\alpha\,\sigma_1^3}{g_1^2 l^2}(t_b - t_a)} , \qquad (19')$$

$$\boxed{f_b - f_a = \frac{3\,\alpha\,\sigma_1}{2\,g_1 \cos^2\psi}(t_b - t_a)} . \qquad (21')$$

Calculul lui σ_{03}. Solicitarea σ_3 corespunde sarcinii specifice g_3 care în general nu este mult mai mică decît g_7 și apare la aceeași temperatură ($= -5°C$). Dezvoltăm relația (17) :

$$\Delta\sigma_7 = \frac{l^2}{24\beta}\Delta\left(\frac{g_7}{\sigma_7}\right)^2 = \frac{l^2}{12\beta}\left[\frac{g_7\,\Delta g_7}{\sigma_7^2} - \frac{g_7^2\Delta\,\sigma_7}{\sigma_7^3}\right]$$

Rezultă

$$\boxed{\frac{\Delta\sigma_7}{\sigma_7} = \frac{\frac{\Delta g_7}{g_7}}{1 + \frac{12\,\beta\,\sigma_7^3}{g_7^2 l^2}}} . \qquad (30)$$

Se vede că variația relativă a lui σ_7 este mai mică decît variația relativă a lui g_7. Numai la deschideri foarte mari

$$\frac{\Delta\sigma_7}{\sigma_7} = \frac{\Delta g_7}{g_7} ,$$

sau :

$$\boxed{\frac{\sigma_3}{\sigma_7} = \frac{g_3}{g_7}} \qquad (31)$$

În general însă

$$\sigma_7 > \sigma_3 > = \frac{g_3}{g_7}\,\sigma_7 . \qquad (32)$$

Temperatura critică se calculează din relația (15), pe baza următoarei observații : săgeata la sarcina specifică g_1 și t_{cr} fiind aceeași ca la g_3 și $-5°C$, rezultă că parametrul p și deci și L și k sînt aceiași la cele două stări. Prin urmare

$$\frac{\sigma_1}{g_1} = \frac{\sigma_3}{g_3} , \qquad (33)$$

iar din (15)

$$\alpha[t_{cr} - (-5)] + \beta(\sigma_1 - \sigma_3) = 0 . \qquad (34)$$

Din ultima relație se calculează, ținînd seama de (33) :

$$t_{cr} = -5 + \frac{\beta}{\alpha}\sigma_3\left(1 - \frac{g_1}{g_3}\right) . \qquad (35)$$

Această relație este exactă și la deschideri mari, σ_3 fiind solicitarea medie.

Modul de calcul. Exemple. Calculul curbelor de montare se efectuează pe baza celor expuse astfel :

1. După ca s-a stabilit, că $l > l_{cr}$ se determină valoarea lui σ_3 folosind relația (30) sau (31) în cazul deschiderilor mari.

2. Se calculează t_{cr} cu relația (35).

3. Se determină valoarea lui σ_1, corespunzătoare lui t_{cr} , cu relația (33).

4. Valoarea corespunzătoare a săgeții se determină în cazul deschiderilor mici cu relația (6) ; în cazul deschiderilor mari săgeata se calculează folosind relațiile (5) și (6) după ce în prealabil s-a determinat σ_{01}.

5. Curbele de montare se calculează din relațiile (19) și (21) la deschideri mici, respectiv (19′) și (21′) în cazul deschiderilor mari.

În cele ce urmează calculele se vor exemplifica în cazul unui conductor de 01—A1 de 185 mm² secțiune nominală în cazul unor deschideri orizontale de 150 și 1 000 m. La acest conductor s-a calculat

$$g_1 = 3{,}56 \cdot 10^{-3}\ \text{kg/mm}^2$$
$$g^3 = 9{,}06 \cdot 10^{-3}\ \text{kg/mm}^2$$
$$g_7 = 9{,}17 \cdot 10^{-3}\ \text{kg/mm}^2$$
$$\alpha = 18{,}75 \cdot 10^{-6}\,°\text{C}^{-1}$$
$$\beta = 121 \cdot 10^{-1}\ \text{mm}^2/\text{kg}$$
$$\sigma_7 = 9{,}82\ \text{kg/mm}^2$$
$$l_{cr} = 139\ \text{m.}$$

Cazul deschiderii de 150 m. Din relația (30)

$$\frac{\Delta\sigma_7}{\sigma_7} = \frac{\frac{\Delta g_7}{g_7}}{1 + \frac{12\,\beta\,\sigma_7^3}{g_7^2 l^2}} = \frac{\frac{9{,}06 - 9{,}17}{9{,}17}}{1 + \frac{12 \cdot 121 \cdot 10^{-6} \cdot 9{,}82^3}{(9{,}17 \cdot 10^{-3})^2\,150^2}} =$$

$$= \frac{-0{,}012}{1 + 0{,}73} = -0{,}007 .$$

Prin urmare

$$\sigma_3 = (1 - 0{,}007)\ \sigma_7 = 0{,}993 \cdot 9{,}82 = 9{,}75\ \text{kg/mm}^2.$$

Temperatura critică va fi (relația 35)

$$t_{cr} = -5 + \frac{\beta}{\alpha}\sigma_3\left(1 - \frac{g_1}{g_3}\right) =$$

$$= -5 + \frac{121}{18{,}75} \cdot 9{,}75\left(1 - \frac{3{,}56}{9{,}06}\right) = 33{,}2°\text{C}.$$

Valoarea corespunzătoare a lui σ_1 rezultă din relația (33):

$$\sigma_1 = \sigma_3 \frac{g_1}{g_3} = 9{,}75 \frac{3{,}56}{9{,}06} = 3{,}83 \text{ kg/mm}^2.$$

Săgeata corespunzătcare va fi (relația 6):

$$f_1 = \frac{g_1 l^2}{8\sigma_1} = \frac{3{,}56 \cdot 10^{-3} \cdot 150^2}{8 \cdot 3{,}83} = 2{,}61 \text{ m}.$$

Variația lui σ se obține din relația (19), în care $\sigma_a = \sigma_1$ și $t_a = t_{cr}$:

$$\sigma = \sigma_1 - \frac{t - t_{cr}}{\frac{g_1^2 l^2}{12\alpha\sigma_1^3} + \frac{\beta}{\alpha}} =$$

$$= 3{,}83 - \frac{t - 33{,}2}{\frac{(3{,}56 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 150^2}{12 \cdot 18{,}75 \cdot 10^{-6} 3{,}83^3} + \frac{121}{18{,}75}} =$$

$$= 3{,}83 - \frac{t - 33{,}2}{29{,}06}.$$

Pentru $t = 40°\text{C}$ se obține $\sigma = 3{,}59$ kg/mm², iar pentru $t = -10°\text{C}$ (cea mai mică temperatură care interesează la montarea conductorilor) se obține $\sigma = 5{,}31$ kg/mm². În fig. 3 s-a reprezentat σ în funcție de t, corespunzător calculului de mai sus, iar punctat, corespunzător calculului mai exact după relația (16). Se constată că diferențele nu sînt mari. Trebuie remarcat că la temperaturile de vară, diferențele sînt mici și că importanța lor este mică, dacă se ține seama de inexactitatea care apare la montare și mai ales dacă se ține seama de neprecizia, respectiv de caracterul convențional al mărimilor care stau la baza calculului. Fig. 4 reprezintă situația la o deschidere de 250 m. Se constată că aici, și în general la deschideri mai mari, diferențele devin cu totul neînsemnate. În concluzie, metoda de calcul propusă duce în cazul deschiderilor mici la erori mici, fără importanță, iar în cazul deschiderilor mijlocii și mari (de exemplu în cazul $l \geqslant 250$ m, considerat mai sus) metoda se poate considera exactă.

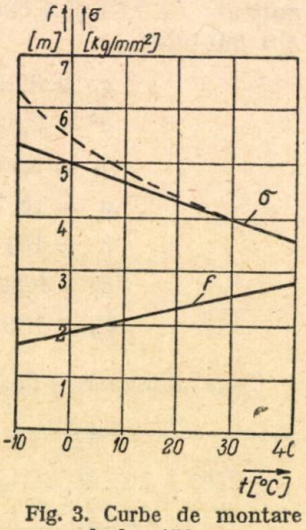


Fig. 3. Curbe de montare la $l = 150$ m.

Variația săgeții se calculează cu relația (21), în care $f_a = f_1$ și $t_a = t_{cr}$:

$$f = f_1 + \frac{g_1 l^2}{8\sigma_1^2 \cos^2\psi} \cdot \frac{t - t_{cr}}{\frac{g_1^2 l^2}{12\alpha\sigma_1^3} + \frac{\beta}{\alpha}} =$$

$$= 2{,}61 + \frac{3{,}56 \cdot 10^{-3} \cdot 150^2}{8 \cdot 3{,}83^2} \cdot \frac{t - 33{,}2}{29{,}06} = 2{,}61 + \frac{t - 33{,}2}{42{,}8}$$

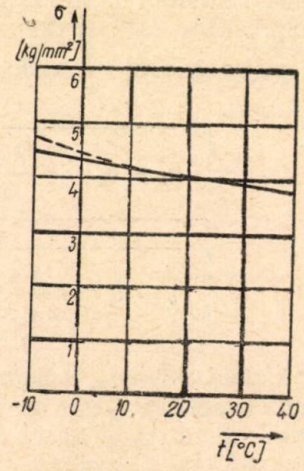


Fig. 4. Curbă de montare la $l = 250$ m.

Pentru $t = 40°\text{C}$ se obține $f = 2{,}77$ m, iar pentru $t = -10°\text{C}$ se obține $f = 1{,}6$ m. În figura 3 s-a reprezentat variația lui f în funcție de t și s-a propus să se reprezinte și valoarea lui f calculată din relația (6)

$$f = \frac{g_1 l^2}{8\sigma} = \frac{3{,}56 \cdot 10^{-3} \cdot 150^2}{8\sigma} = \frac{10}{\sigma},$$

pentru σ reprezentat punctat în figura 3. S-a constatat însă că cele două valori ale lui f coincid. Prin urmare, chiar la deschideri relativ mici formula de calcul (21) dă rezultate exacte. Acest rezultat este important, pentru că în general întinderea conductorilor se face pe baza curbelor de montare f în funcție de t.

Cazul deschiderii de 1 000 m. Din relația (31)

$$\sigma_3 = \sigma_7 \frac{g_3}{g_7} = 9{,}82 \frac{9{,}06}{9{,}17} = 9{,}7 \text{ kg/mm}^2.$$

Temperatura critică va fi (relația 35):

$$t_{cr} = -5 + \frac{121}{18{,}75} \cdot 9{,}7\left(1 - \frac{3{,}56}{9{,}06}\right) = 33°\text{C},$$

iar solicitarea corespunzătoare (relația 33)

$$\sigma_1 = 9{,}7 \frac{3{,}56}{9{,}06} = 3{,}81 \text{ kg/mm}^2.$$

Pentru a calcula săgeata, trebuie cunoscut σ_{01}, deci k. Calculăm întîi o valcare aproximativă a parametrului (relația 1):

$$p' = \frac{\sigma_1}{g_1} = \frac{3{,}81}{3{,}56 \cdot 10^{-3}} = 1\,070 \text{ m},$$

apoi o valoare aproximativă a lui ξ (relația 9):

$$\xi = \frac{l}{2p'} = \frac{1\,000}{2.1070} = 0{,}467$$

cu ξ' calculăm o primă valoare a lui k (relația 53)

$$k' = 1 + \frac{\xi^2}{6} = 1 + \frac{0{,}467^2}{6} = 1{,}0364$$

Recalculăm

$$p = \frac{\sigma_{01}}{g_1} = \frac{\sigma_1/k'}{g_1} = \frac{p'}{k'} = \frac{1\,070}{1{,}036} = 1\,030 \text{ m}.$$

Rezultă :

$$\xi = \frac{l}{2p} = \frac{1\,000}{2 \cdot 1\,030} = 0{,}485,$$

$$k = 1 + \frac{\xi^2}{6} = 1 + \frac{0{,}485^2}{6} = 1{,}04.$$

Prin urmare

$$\sigma_{01} = \frac{\sigma_1}{k} = \frac{3{,}81}{1{,}04} = 3{,}76 \text{ kg/mm}^2.$$

Din relația (6)

$$f^{**} = \frac{g_1 l^2}{8\,\sigma_{01}} = \frac{3{,}56 \cdot 10^{-3} \cdot 1\,000^2}{8 \cdot 3{,}76} = 118{,}2 \text{ m}.$$

Înlocuind în (5) se obține :

$$f_1 = f^{**} + \frac{1}{6p} f^{**2} = 118{,}2 + \frac{1}{6 \cdot 1\,030} 118{,}2 =$$

$$= 120{,}5 \text{m}.$$

Variația solicitărilor rezultă din relația (19'), în care $\sigma_a = \sigma_1$ iar $t_a = t_{cr}$:

$$\sigma = \sigma_1 - \frac{12\,\alpha\,\sigma_1^3}{g_1^2 l^2}(t - t_{cr}) =$$

$$= 3{,}81 - \frac{12 \cdot 18{,}75 \cdot 10^{-6} \cdot 3{,}81^3}{(3{,}56 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1\,000^2}(t - 33) =$$

$$= 3{,}81 - \frac{t - 33}{1\,020}.$$

Se observă că în intervalul de la -10°C la $+40$°C, deci la o diferență de temperatură de 50 grade, σ variază numai cu 0,05 kg/mm². Variația săgeții se calculează din (21'), în care $f_a = f_1$ și $t_a = t_{cr}$:

$$f = f_1 + \frac{3\,\alpha\,\sigma_1}{2\,g_1 \cos^2 \psi}(t - t_{cr}) =$$

$$= 120{,}5 + \frac{3 \cdot 18{,}75\ 10^{-6} \cdot 3{,}81}{2 \cdot 3{,}56 \cdot 10^{-3}}(t - 33) =$$

$$= 120{,}5 + \frac{t - 33}{33{,}2}.$$

La $t = 40$°C avem $f = 120{,}71$ m, iar la $t = -10$°C se obține $f = 119{,}21$ m, variația săgeții, la diferența de temperatură de 50 grade fiind de 1,5 m.

ANEXA 1

Exprimăm ordonatele punctelor de suspensie și lungimile X_1 , X_2 ale porțiunilor de conductor :

$$y_1 = p\left(\operatorname{ch}\frac{x_1}{p} - 1\right), \tag{36}$$

$$y_2 = p\left(\operatorname{ch}\frac{x_2}{p} - 1\right),$$

$$X_1 = p \operatorname{sh}\frac{x_1}{p},$$

$$X_2 = p \operatorname{sh}\frac{x_2}{p} \tag{37}$$

Rezultă :

$$h = y_2 - y_1 = 2p \operatorname{sh}\frac{x_2 - x_1}{2p} \operatorname{sh}\frac{x_2 + x_1}{2p} =$$

$$= 2p \operatorname{sh}\frac{l}{2p} \operatorname{sh}\frac{x_2 + x_1}{2p} \tag{38}$$

$$L = X_2 + X_1 = 2p \operatorname{sh}\frac{x_2 - x_1}{2p} \operatorname{ch}\frac{x_2 + x_1}{2p} =$$

$$= 2p \operatorname{sh}\frac{l}{2p} \operatorname{ch}\frac{x_2 + x_1}{2p} \tag{39}$$

Prin urmare

$$\sqrt{L^2 - h^2} = 2p \operatorname{sh}\frac{l}{2p} = L^*, \tag{40}$$

o relație de forma teoremei lui Pitagora, însă mai generală ; dacă conductorul este foarte întins, relația tinde către aceea între ipotenuză și catetele l și h.

ANEXA 2

$$\sigma_{med} = \frac{1}{L}\int_1^2 \sigma\, dL \tag{41}$$

Conform figurii 5 și relațiilor (2) și (3)

$$\frac{dL}{dx} = \frac{\sigma}{\sigma_0} = \operatorname{ch}\frac{x}{p}. \tag{42}$$

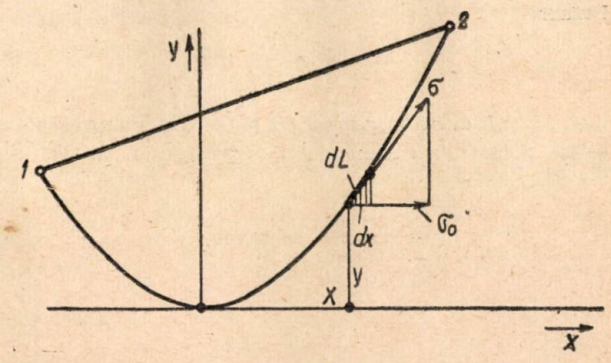


Fig. 5.

Prin urmare

$$\sigma_{med} = \frac{\sigma_0 p}{L}\int_1^2 \operatorname{ch}^2\frac{x}{p} \cdot d\left(\frac{x}{p}\right), \tag{43}$$

sau

$$\sigma_{med} = \frac{\sigma_0 p}{L}\left[\frac{\operatorname{sh}\frac{2x}{p}}{4} + \frac{x}{2p}\right]_1^2 = \frac{\sigma_0 p}{2L}\left[\frac{\operatorname{sh}\frac{2x_2}{p} - \operatorname{sh}\frac{2x_1}{p}}{2} + \right.$$

$$\left. + \frac{x_2 - x_1}{p}\right] = \frac{\sigma_0 p}{2L}\left[\operatorname{sh}\frac{x_2 - x_1}{p}\operatorname{ch}\frac{x_2 + x_1}{p} + \frac{x_2 - x_1}{p}\right]. \quad (44)$$

Aici

$$\operatorname{ch}\frac{x_2 + x_1}{p} = \frac{\operatorname{ch}^2\frac{x_2 + x_1}{2p} + \operatorname{sh}^2\frac{x_2 + x_1}{2p}}{\operatorname{ch}^2\frac{x_2 + x_1}{2p} - \operatorname{sh}^2\frac{x_2 + x_1}{2p}} = \frac{1 + \operatorname{th}^2\frac{x_2 + x_1}{2p}}{1 - \operatorname{th}^2\frac{x_2 + x_1}{2p}}. \quad (45)$$

Împărțind (38) cu (39) se obține

$$\operatorname{th}\frac{x_2 + x_1}{2p} = \frac{h}{L}. \quad (46)$$

Prin urmare

$$\operatorname{ch}\frac{x_2 + x_1}{p} = \frac{1 + \left(\frac{h}{L}\right)^2}{1 - \left(\frac{h}{L}\right)^2} \quad (47)$$

și deci

$$\sigma_{med} = \sigma_0 \frac{p}{2L}\left[\frac{1 + \left(\frac{h}{L}\right)^2}{1 - \left(\frac{h}{L}\right)^2}\operatorname{sh}\frac{l}{p} + \frac{l}{p}\right], \quad (48)$$

sau

$$\sigma_{med} = k\,\sigma_0, \quad (49)$$

în care

$$k = \frac{p}{2L}\left[\frac{1 + \left(\frac{h}{L}\right)^2}{1 - \left(\frac{h}{L}\right)^2}\operatorname{sh}\frac{l}{p} + \frac{l}{p}\right]. \quad (50)$$

Definim

$$\cos\psi' = \frac{L^*}{L}. \quad (51)$$

Cum L^* și L diferă în general cel mult cu cîteva procente de cateta și ipotenuza triunghiului dreptunghic l, h, $\sqrt{l^2 + h^2}$ din fig. 2 rezultă că

$$\frac{L^*}{L} = \cos\psi' \cong \cos\psi. \quad (52)$$

Relația (50) poate fi simplificată astfel:

$$k = \frac{p\cos\psi'}{2L^*}\left[\frac{L^2 + h^2}{L^2 - h^2}\operatorname{sh} 2\xi + 2\xi\right] \cong$$

$$\cong \frac{p\cos\psi'}{2L^*}\left[2\xi\left(1 + \frac{2\xi^2}{3}\right)\left(1 + \frac{2h^2}{L^*}\right) + 2\xi\right] \cong$$

$$\cong \frac{p\cos\psi'}{2L^*} \cdot 4\xi\left(1 + \frac{\xi^2}{3} + \frac{h^2}{L^{*2}}\right) \cong$$

$$\cong \frac{p\cos\psi'}{2\,1\left(1 + \frac{\xi^2}{6}\right)} \cdot \frac{2l}{p}\left(1 + \frac{\xi^2}{3}\right)\left(1 + \frac{h^2}{L^{*2}}\right) \cong$$

$$\cong \frac{1 + \frac{\xi^2}{6} \cdot \frac{L^*}{l}}{\cos\psi'} = \frac{\frac{L^*}{l}}{\frac{L^*}{L}} = \frac{L}{l}. \quad (53)$$

Relația (52) este suficient de exactă și în deschideri mari ($\xi \leqslant 1$) deoarece (după cum s-a văzut și la relația (10) dezvoltările în serie ale funcțiilor hiperbolice converg rapid chiar la valori relativ mari ale argumentului.

În ecuația de stare apare diferențiala solicitării medii

$$\mathrm{d}\,\sigma_{med} = \mathrm{d}\,(k\,\sigma_0) = \frac{\mathrm{d}\,(k\,\sigma_0)}{\mathrm{d}\,\sigma_0}\,\mathrm{d}\sigma_0 = \frac{\mathrm{d}\,(kp)}{\mathrm{d}p}\,\mathrm{d}\sigma_0 = k_1\mathrm{d}\sigma_0, \quad (54)$$

în care

$$k_1 = \frac{\mathrm{d}\,(kp)}{\mathrm{d}p}. \quad (55)$$

Înlocuind (53) în (55) rezultă

$$k_1 \cong \frac{d}{dp}\frac{p\left[1 + \frac{1}{6}\left(\frac{l}{2p}\right)^2\right]}{\cos\psi'} \cong \frac{1 - \frac{1}{6}\left(\frac{l}{2p}\right)^2}{\cos\psi'} =$$

$$= \frac{1 - \frac{\xi^2}{6}}{\cos\psi'}. \quad (56)$$

În deschideri orizontale ($\cos\psi' = 1$), avem

$$k_1 = \frac{1}{k} = 1 - \frac{\xi^2}{6}, \quad (57)$$

iar în deschideri mici ($\xi \cong 0$)

$$k_1 = k = \frac{1}{\cos\psi}. \quad (58)$$

Prin urmare k_1 diferă puțin de unitate, putînd însă fi mai mic decît 1.

În literatură sînt prezentate numai expresii aproximative pentru k.

În legătură cu articolul: „Considerații asupra justificării din punct de vedere tehnico-economic a conductoarelor de protecție pentru liniile de 35 kV" de M. Stein și D. Marc, apărut în Energetica nr. 7/1958

Articolul tov. M. Stein și D. Marc prezintă o analiză temeinică a problemei, contribuind prin concluziile sale la elaborarea unor soluții mai ieftine pentru construirea liniilor noastre de 35 kV.

Avînd în vedere că datele cuprinse în tabela 2: Indicii de protecție împotriva supratensiunilor liniilor de 35 kV, se bazează pe calculul de probabilități, am considerat necesară compararea acestor indici cu datele reale de exploatare a unei linii de 35 kV aflate în funcțiune din 1952. Linia considerată prezintă interes deosebit pentru că între anii 1952 și 1955 a funcționat cu conductor de protecție montat numai pe cîte 1 km la cele două capete, iar din 1956—1958, cu conductor de protecție montat pe întreg traseul.

Linia are stîlpi de lemn portal, cu consolă metalică, avînd dimensiunile corespunzătoare fig. 1, *a* din articolul tov. Stein și Marc; numărul de elemente IC—4 pe un lanț este 3.

Indicii de protecție ai liniei considerate se pot compara cu indicii cuprinși în tabela 2 la punctele A, b și B, b, deoarece consolele metalice nu sînt puse la pămînt.

Conductorul de protecție a fost montat deoarece, din cauza numărului mare de avarii produse în primii ani de funcționare și din cauza pagubelor materiale foarte mari (distrugeri de lanțuri de izolatoare, incendieri de stîlpi), remedierea avariilor a cerut timp foarte îndelungat.

Din tabela anexată se poate observa că:

a) În urma montării conductorului de protecție, numărul de avarii datorită supratensiunilor a scăzut cu peste 70%.

b) Durata totală a întreruperilor datorite supratensiunilor atmosferice a scăzut de la circa 152 ore/an la 9 minute/an, deci cu 99,9%.

c) Numărul specific de avarii (scurtcircuite) pe an și 100 km se deosebește în realitate foarte mult de cele arătate în tabela 2 a articolului în cauză:

	Conf. tab. 2	*In realitate*
A. Cu conductor de protecție	0,288	2,58
B. Fără conductor de protecție	2,88	9,35

Indicii reali sînt de 9, respectiv 3,2 ori mai mari decît cei calculați.

Ținînd cont de faptul că linia considerată trece printr-o regiune de șes (cu un indice keraunic aproape de cel mediu), rezultă că metodele de calcul aplicate la stabilirea tabelei 2 nu dau rezultate utilizabile.

Trebuie menționat că volumul mare al avariilor — deci durata foarte mare a întreruperilor liniei — se datorește incendiilor de stîlpi (exemplu 5 stîlpi incendiați în 1955). Aceste incendii puteau fi evitate dacă:

a) nu s-ar fi folosit consolele metalice;

b) la impregnarea stîlpilor nu s-ar fi folosit diluant petrolifer.

În concluzie se consideră necesare următoarele precizări:

1. La liniile de 35 kV pe stîlpii de lemn portal cu consolă metalică nepusă la pămînt, cu conductor de protecție, cu 3 izolatoare pe lanț numărul de scurtcircuite probabile pe 100 km și an este de circa 2,5.

2. La liniile de 35 kV pe stîlpii de lemn portal cu consolă metalică nepusă la pămînt, fără conductor de protecție, cu 2 izolatoare într-un lanț, numărul de scurtcircuite probabile pe 100 km și an este de circa 9,5.

3. Pentru a putea funcționa cu linii de 35 kV pe stîlpi de lemn fără conductor de protecție, sînt necesare următoarele condiții:

a) Liniile să fie prevăzute cu console de lemn.

În acest caz numărul de scurtcircuite probabile va scădea foarte mult.

b) Să se interzică utilizarea diluantului petrolier la creozotarea stîlpilor.

c) Liniile să fie prevăzute cu R.A.R.

Anexa

Avarii pe o linie de 35 kV

Lungime = 52 km
Stîlpi = portali, de lemn, cu traverse metalice
Izolatoare = 3 × K 3

Anul	Numărul total avarii	Durata totală		Avarii produse de descărcări			Observații
		ore	min	Numărul	Durata ore	Durata min	
1953	2	3	15	1	—	15	
1954	9	224	10	8	180	—	
1955	5	275	14	5	275	14	
1956	3	—	30	1	—	7	începe montarea
1957	5	17	21	2	—	18	firului de gardă
1958	1	—	3	1	—	3	
Total în 6 ani	25	520	33	18	455	57	
din care:							
între 1953—1955 respectiv între	16	502	39	14	455	29	fără fir de gardă
1956—1958	9	17	53	4	—	28	cu fir de gardă

Cifre specifice: avarii/100 km an

Perioada	Total avarii	Avarii produse de descărcări atmosferice
În 6 ani	$100\frac{25}{6 \cdot 52} = 8{,}1$	$100\frac{18}{6} = 5{,}8$
1953—1955	$100\frac{16}{3{,}52} = 10{,}4$	$100\frac{14}{3{,}52} = 9{,}35$
1956—1958	$100\frac{9}{3{,}52} = 5{,}8$	$100\frac{4}{3{,}52} = 2{,}58$

Ing. **Toma Laszlo**

Megawattmetru însumător

În cadrul I. R. E. T. a fost realizat un megawattmetru însumător care măsoară sarcina totală pe centrala termoelectrică Timişoara. Pentru realizarea lui s-a folosit un contor trifazic cu trei sisteme, modificat pentru acest scop, însumarea făcîndu-se prin însumarea cuplurilor motoare dezvoltate de fiecare sistem în parte.

Modificarea constă în aceea că pe axa cu discuri s-a montat un arc care realizează cuplul antagonist. Condiţia ca să

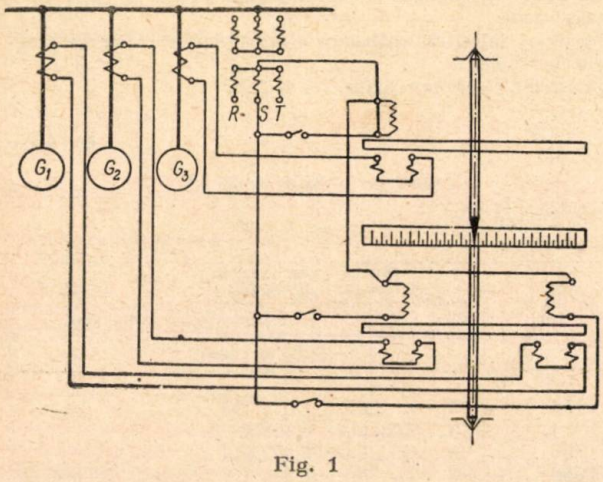


Fig. 1

existe o proporţionalitate între deviaţia părţii mobile şi puterea totală constă în aceea ca coeficienţii de proporţionalitate pentru fiecare sistem să fie egali, lucru care la un contor este realizat în mod constructiv.

Bobina de curent a fiecărui sistem este alimentată de la reductorul de curent al fiecărui generator de pe aceeaşi fază.

Bobinele de tensiune sînt legate în paralel şi alimentate de la reductorul de tensiune de pe bare de la o fază corespunzătoare cu cea a bobinelor de curent. Prin întreruperea circuitului de tensiune a unui sistem, se poate măsura puterea însumată pe celelalte două maşini. Prin întreruperea circuitului de tensiune a două sisteme, se poate măsura puterea pe o maşină.

Unul dintre discuri este folosit pentru indicarea puterii. Pe circumferinţa lui este lipită o scară gradată, care se roteşte cu circa 300° în faţa unui reper.

Megawattmetrul însumător a fost realizat cu o clasă de precizie 1,5 dintr-un contor vechi.

Montarea acestui megawattmetru la punctul de dispecer prezintă următoarele avantaje :

1) se poate urmări în permanenţă sarcina pe centrală ;

2) se înlătură informarea telefonică, care cere timp şi este greoaie ;

3) în caz de avarii se poate urmări sarcina pe centrală şi se pot lua măsuri imediate pentru remediere, putîndu-se scurta durata de avarie ;

4) însumarea se face adunînd citirile de pe fiecare maşină, ceea ce cere timp ;

5) permite a se urmări sarcina chiar pe fiecare maşină în parte, putîndu-se astfel urmări repartiţia optimă a sarcinii pe fiecare grup în parte.

Ing. **C. Iovănel**

Uscarea înfăşurărilor motoarelor electrice cu raze infraroşii

Majoritatea defecţiunilor ce apar la motoarele electrice din instalaţiile auxiliare ale centralelor electrice sînt cauzate de umiditatea mediului în care acestea sînt montate şi care degradează izolaţia înfăşurărilor. Cu ocazia reparaţiilor s-au aplicat pentru uscare diverse metode ca : plasarea motoarelor în spaţiile calde din apropierea cazanelor în funcţiune, timp de 1—3 zile, încălzirea prin curenţi de inducţie cu rotorul frînat sau introducerea motoarelor în camere speciale (etuve) încălzite cu aburi.

Aceste metode nu conduc însă la rezultatele dorite din cauza temperaturii coborîte ce se realizează (50—90°C), din cauza costurilor şi a timpului lung necesar pentru uscare.

Cunoscute fiind proprietăţile superioare ale undelor electromagnetice emise de lămpile cu radiaţii infraroşii, la IRE Timişoara s-a realizat o instalaţie folosind aceste lămpi pentru uscarea înfăşurărilor motoarelor electrice mici şi mijlocii (pînă la 24 kW).

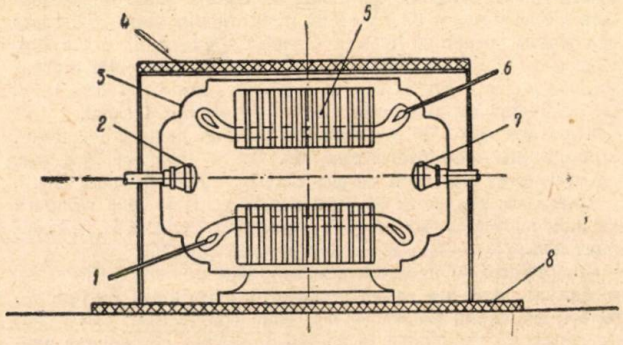


Fig. 1.

1—orificiu de termometru ; *2*—reflector cu raze infraroşii 500 W ; *3*—tablă de aluminiu ; *4*—tablă de aluminiu cu strat de asbest ; *5*—mic stator ; *6*—orificiu pentru termometru ; *7*—reflector cu gaze infraroşii ; *8*—placă de asbes.

Instalaţia este compusă din două corpuri reflectoare din tablă de aluminiu de 2 mm grosime, care s-au lasonat prin ambutisare, după forma motorului de uscat, fixîndu-se identic pe stative avînd dispozitive de învîrtire axială şi de strîngere cu şurub (fig. 1). În aceste corpuri sînt montate cîte două dulii normale la distanţa de 150 mm între ele, în care s-au montat becuri infraroşii de cîte 250 W.

Corpurile reflectoare cuprind înfăşurările statorice ale motorului, iar întreaga instalaţie este acoperită cu o tablă de aluminiu izolată în exterior cu o placă de asbest

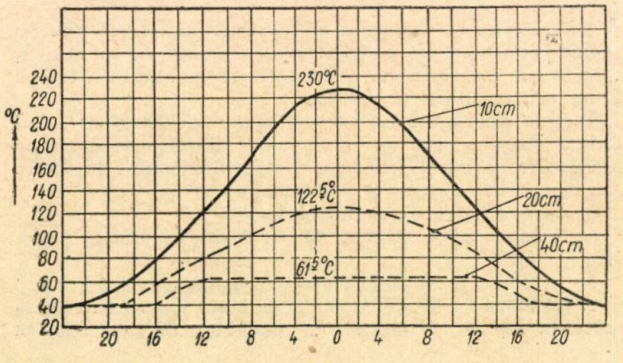


Fig. 2.

de 5 mm grosime. De asemeni se introduce sub stator o placă identică de asbest. Distanţa între lămpi şi înfăşurări nu trebuie să fie mai mică de 100 mm. Cu această instalaţie s-au obţinut temperaturi variind între 61—230°C în funcţie de diametrul interior al statorului şi de distanţa pînă la înfăşurări, temperatură ce nu s-a putut obţine cu alte metode de uscare (fig. 2).

Pentru ca temperatura coroanei înfăşurării să nu depăşească limitele prescrise pentru materialul respectiv, limite variind între 95—140°C, se reglează distanţa dintre lămpi şi înfăşurări.

Avantajul principal al metodei constă în propagarea căldurii emise de lămpi prin înfăşurări la miezul de fier şi apoi la masa de fontă, atingînd temperaturile necesare în timp scurt (cca. 4 ore). După îndepărtarea lămpilor, prin răcire, umiditatea difuzează spre exterior, astfel că odată cu răcirea totală dispare şi umezeala din înfăşurări.

Pentru motoarele electrice mari (pînă la 120 kW) s-au folosit cu succes lămpile cu radiaţii infraroşii într-o instalaţie improvizată, din două cruci de lemn pe care s-au montat cîte 4+4 lămpi fixate pe stative simple între care s-a aşezat statorul, întreg ansamblul acoperindu-se cu o prelată. Timpul de uscare s-a prelungit însă cu 70% faţă de cel necesar cu instalaţia normală.

In concluzie, metoda de uscare cu raze infraroşii este net superioară celorlalte metode cunoscute, iar instalaţia necesară este foarte simplă, astfel încît se poate executa fără a deplasa motorul la ateliere speciale, evitînd toate inconvenientele ce decurg din aceasta.

Ing. Francisc Pfeilmaier

CRONICĂ

A V-A SESIUNE ŞTIINŢIFICĂ A CADRELOR DIDACTICE LA INSTITUTUL POLITEHNIC BUCUREŞTI

In zilele de 31 octombrie şi 1 noiembrie 1959, la Institutul Politehnic Bucureşti a avut loc cea de a cincea Sesiune Ştiinţifică a cadrelor didactice.

Comunicările s-au făcut în cadrul a 16 secţii.

In secţia pentru problemele de energetică au fost prezentate 6 referate.

1. Conf. C. Apetrei: *„Criterii pentru aprecierea eficacităţii sistemelor de excitaţie a maşinilor sincrone"*.

S-au analizat problemele siguranţei, eficacităţii tehnice şi economicităţii.

2. Conf. C. Mocanu: *„Impedanţa caracteristică a liniei electrice cu constante repartizate, cuplată uniform cu alte linii"*.

Referatul a prezentat o soluţie interesantă obţinută prin calcul tensorial, concluziile referindu-se atît pentru cazul circuitelor telefonice, cît şi pentru cazul curenţilor tari.

3. Conf. A. Arie: *„Propagarea undelor de tensiune şi curent pe două linii lungi cuplate electromagnetic"*.

Problema a fost tratată cu ajutorul calculului operaţional, concluziile referindu-se la două circuite de înaltă tensiune suspendate de aceeaşi montanţi.

4. Conf. E. Potolea: *„Calculul funcţionării în două faze a reţelelor cu autotransformatoare"*.

S-au analizat schemele echivalente ale autotransformatoarelor şi pe un exemplu concret s-a studiat problema capacităţii de transport pentru fiecare schemă în parte.

5. Asist. Gh. Iacobescu: *„Oscilograme de tensiune ridicate la deconectarea în gol a unor circuite electrice"*.

Au fost prezentate şi interpretate o serie de oscilograme ridicate într-o reţea în cablu de 6 kV pentru alimentarea serviciilor interne.

6. Asist. A. Carabulea: *„Calculul nesimetriilor sistemului două conductoare — pămînt"*.

Au fost prezentate cîteva contribuţii privind deducerea relaţiilor pentru calculul nesimetriilor.

Referatele au fost urmate de discuţii în care s-au analizat fondul lucrărilor, aspectele originale, precum şi utilitatea lor pentru proiectarea şi exploatarea instalaţiilor electroenergetice din R.P.R.

Primele 3 lucrări au fost premiate.

Asist. ing. P. Buhuş

CONSFĂTUIRE CU TEMA „CREŞTEREA PRODUCTIVITĂŢII MUNCII PRIN MECANIZAREA ŞI AUTOMATIZAREA PROCESELOR DE PRODUCŢIE"

Creşterea productivităţii muncii constituie sarcina centrală a economiei; apreciind că una din cele mai importante căi pentru creşterea productivităţii muncii o constituie mecanizarea şi automatizarea producţiei şi că în această privinţă inginerilor şi tehnicienilor le revine un rol principal, Consiliul Central ASIT a hotărît ţinerea — la începutul anului 1960 — a unei consfătuiri cu tema: *„Creşterea productivităţii muncii prin mecanizarea şi automatizarea proceselor de producţie"*.

In consfătuire se vor analiza realizările obţinute în R.P.R. în acest domeniu, se vor indica căile cele mai potrivite pentru dezvoltarea mecanizării şi automatizării în diferite ramuri ale economiei naţionale.

Consfătuirea urmăreşte totodată să stimuleze şi să intensifice preocupările inginerilor, tehnicienilor şi cadrelor din economie pentru utilizarea mai bună şi perfecţionarea mijloacelor de mecanizare şi automatizare existente precum şi pentru extinderea mecanizării şi automatizării.

Consfătuirea se va ţine la Bucureşti şi va dura 2—3 zile.

In prima parte a consfătuirii vor fi depuse referate generale privind problemele de ansamblu în domeniul mecanizării şi automatizării proceselor de producţie, iar în a doua parte se vor ţine şedinţe pe ramuri unde se vor prezenta referate şi comunicări privind problemele specifice ale mecanizării şi automatizării în ramura respectivă.

Filialele şi Cercurile ASIT sînt invitate pe această cale să mobilizeze pe inginerii şi tehicienii din producţie, cadrele didactice din institutele politehnice, proiectanţi şi cercetători, la întocmirea de comunicări în care să se prezinte realizări din domeniul mecanizării şi automatizării proceselor de producţie. Filialele vor întocmi referate privind stadiul mecanizării şi automatizării proceselor de producţie, greutăţi şi lipsuri în acest domeniu şi propuneri de măsuri pentru extinderea mecanizării şi automatizării.

SIMPOSION ASIT: „SUCCESELE ŞTIINŢEI ŞI TEHNICII SOVIETICE ÎN DOMENIUL CUCERIRII SPAŢIULUI COSMIC".

La 27 octombrie în sala ASIT din strada Mihail Eminescu nr. 8, în faţa unui numeros public, format din oameni de ştiinţă, cadre didactice din învăţămînt superior, ingineri şi tehnicieni a avut loc un simposion cu tema: **„Succesele ştiinţei şi tehnicii sovietice în domeniul cuceririi spaţiului cosmic.**

Simposionul organizat de Consiliul Central ASIT în cadrul manifestărilor iniţiate cu **prilejul lunei prieteniei ROMÎNO-SOVIETICE** a fost deschis de academician **Elie Carafoli,** directorul Institutului de mecanică aplicată „Traian Vuia" al Academiei R.P.R.

In continuare au prezentat referate prof. dr. ing. **Remus Răduleţ,** membru corespondent al Academiei R.P.R. directorul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R., despre **„Probleme mecanice ale zborului cosmic"**, prof. ing. **I. Pascaru** despre **„Construcţia şi funcţionarea rachetelor"**, prof. ing. **C. Penescu,** prorectorul Institutului Politehnic din Bucureşti, despre **„Teleghidarea rachetelor"** şi prof. universitar **Aurel Pîrvu** despre **„Cercetări ştiinţifice realizate cu ajutorul sateliţilor artificiali şi rachetelor cosmice şi perspectivele zborului interplanetar".**

Energetica generală

Scopurile şi sarcinile energeticei din R. P. Polonă. *Energetyka* (R.P.P.) 1958 nr. 12, p. 354/56

621.311.1(438)

Plenara XII a C.C. al Partidului Muncii din Polonia a trasat directivele dezvoltării energetice a R.P.P. între 1959—1965. Nevoile de energie electrică ale Poloniei se evaluează la 28,1 TWh în 1960 şi 41,5 TWh în 1965. Acoperirea lor se va face prin creşterea producţiei în termocentrale pe cărbuni bruni — care vor acoperi 12,3 TWh (29% din producţia totală) în 1965 faţă de 1,3 TWh (4,5%) în anul 1960 — printr-o dezvoltare mai largă a hidrocentralelor şi printr-o mărire a randamentului global al termocentralelor prin utilizarea parametrilor înalţi ai unor unităţi de 100 MW etc.

Creşterea puterii instalate în centrale va fi în medie de 8% pe an avînd următoarele valori: Anul 1961 — 130 MW, 1962—720 MW, 1963 — 690 MW; 1964 — 690 MW; 1965—640 MW adică un total de 2 870 MW. Din aceşti 2 870 MW, 1750 MW vor fi daţi în termocentrale avînd drept combustibil cărbuni bruni.

Cei 2 870 MW vor fi instalaţi în următoarele centrale:

— Turasov de 1 200 MW cu unităţi de 200 MW din care prima se va instala în 1962 şi ultima în 1965
— Konin de 420 MW (6 unităţi de 50 MW şi una de 120 MW)
— Halemba de 200 MW
— Siekieska de 200 MW
— Siersa de 260 MW
— Lagisze de 240 MW
— Turek (CHE) 2 grupuri
— Platinov (CHE) 1 grup

a. p.

Echipament energetic pus în funcţiune în anul 1958 în Anglia (CEGB). *Electrical Times* — 8 ianuarie 1959 p., 40—53.

621.3111.1.005

În anul 1958 se înregistrează pentru prima dată de la război o scădere a puterii instalate anual în centralele termoelectrice din Anglia (CEGB). O putere de 1 230 MW adăugată în 1958 (faţă de 1 780 MW în 1957) face ca puterea totală instalată în cadrul CEGB să atingă 25 415 MW.

Scăderea reprezintă efectul practic întîrziat şi inevitabil al unor hotărîri luate încă în anii 1952—1954 cu privire la amînarea construirii unor centrale electrice şi la prioritatea dată exportului de echipament energetic.

Au fost puse în funcţiune în 16 centrale, 19 turbogeneratoare, cu puteri unitare cuprinse între 20 şi 120 MW. Patru centrale au fost extinse cu patru grupuri de 100 MW. La sfîrşitul anului au apărut primele două grupuri de putere unitară de 120 MW, în cele două centrale termoelectrice noi construite în 1958. Acum se aşteaptă apariţia grupurilor de 200 MW şi mai mari.

De asemenea au fost puse în funcţiune 17 cazane de abur însumînd o capacitate totală de 4 100 t/h în unităţi cu debite cuprinse între 90 t/h şi 400 t/h.

a. p.

Cronica economiei calorice şi energetice. *„B. W. K."* Vol. 11 (1959) nr. 4.

621.1:620.9

Întregul nr. 4 este dedicat acestui titlu. Extragem următoarele sub-titluri:

Producerea energiei nucleare	de prof. dr. ing. K. Saroschek	3 p. 17 ref. bibl.
Economia termoelectrică . . .	F. J. Mölter	2 p. 2 fig. 29 ref. bibl.
Tehnica gazelor combustibile. .	W. Zankl	2 p. 2 fig. 22 ref. bibl.
Problema materialelor la cazane şi turbine	G. Hahn	3 p. 2 fig. 35 ref. bibl.
Generatoare de abur	R. Quack	4 p. — 137 ref. bibl
Turbine cu aburi	K. Kraemer	2 p. 1 tab. 24 ref. bibl
Turbine cu baze	H. Friedrich	3 p. 2 fig. 59 ref. bibl
Motoare hidraulice	R. Dziallas	3 p. 2 fig. 22 ref. bibl
Motoare termice		23 ref. bibl

— se ilustrează o turbină cu aer cald în circuit închis de 10 MW, utilizînd cărbuni bruni.

Turbina este destinată pentru Moscova.

— o cercetătoare sovietică (A. Ch. Lewkopto, Teploenergetika 5 (1958) nr. 7) compară economia cazanelor cu cărbune brun pentru o putere totală instalată de 2 400 MW, discutînd unităţi cu o capacitate de 1 900 t/h.

v. a.

Oficializarea metodei de calcul folosite în comparaţiile tehnico-economice în domeniul energeticei şi construcţiei de maşini. *Teploenerghetica* 8 (1959), p. 92—94.

621.1:620.9

În aprilie 1959, Comitetul tehnico-ştiinţific al Consiliului de Miniştri din U.R.S.S. a ratificat o serie de recomandări pe care trebuie să le respecte Institutele de Proiectări şi de Cercetări, cum şi alte organizaţii la întocmirea calculelor tehnico-economice în domeniul energeticei şi al construcţiei de maşini.

Recomandările conţin 12 puncte în care se dau formule, definiţii şi alte precizări, asupra felului cum trebuiesc să fie întocmite calculele în general şi în diferite cazuri particulare; pentru ilustrare se dau şi patru exemple de calcul pentru cazuri mai complicate.

Pentru condiţiile economice din viitorul apropiat, timpul de amortizare a diferenţei de investiţii dintre două soluţii ce se compară este de 8 ani.

c. d.

Termoenergetica

Noua Zeelandă foloseşte aburul subteran pentru o centrală de 250.000 kW. Libby S. *Power Engineering* tom. 63 (1959) nr. 7, p. 89.

621.311.22

În Noua Zeelandă a intrat în funcţiune prima turbină a centralei geotermice Vairakei a cărei putere finală va fi de 250 000 kW şi care va costa 45 000 000 $. Într-o primă etapă centrala va fi prevăzută cu grupuri de înaltă presiune, două de presiune medie şi trei de joasă presiune care vor totaliza 69 000 kW şi vor consuma circa 435 t/h abur.

Producţia anuală de energie electrică va fi în prima etapă de 510 GWh.

Aburul este colectat din puţuri de circa 600 m cu diametrul de 200 mm, situate la circa 2,5 km distanţă faţă de centrală. Transportul aburului la centrală se face prin cinci conducte de cîte 500 mm diametru. Parametrii aburului de înaltă presiune la ieşirea din puţuri sînt: 150 ata, 235°C.

al. f.

Studiul avantajelor turnurilor de răcire hiperbolice. Van Rysselberge T. F., *Power Engineering*, tom. 63 (1959), nr. 6, pag. 96—97, 2 tabele.

621—714

Se face o comparaţie între turnurile de răcire cu tiraj forţat şi turnurile hiperbolice cu tiraj natural, analizîndu-se cazul unui grup de 450 MW din zona Illinois — Indiana — Ohio al cărui consum de apă de răcire este de 63 000 m³/h.

Instalaţia cu tiraj forţat necesită o investiţie totală de 2 800 000 $ şi o cheltuială anuală de 676 000 $, în care este inclusă şi cheltuiala de 103 500 $ pentru energia electrică consumată de ventilatoare. Turnurile cu tiraj natural devin avantajoase numai dacă cheltuielile anuale (calculate cu o cotă anuală a cheltuielilor fixe de 15%) nu depăşesc valoarea de 676 600$. La această valoare corespunde o investiţie de 4 500 000$ adică cu 70% mai mult decît în turnurile cu tiraj

forțat. Cum în general investițiile în instalațiile cu tiraj natural sînt numai cu 25% mai mari decît investițiile în instalațiile cu tiraj forțat rezultă că este avantajoasă adoptarea soluției cu tiraj natural.

al. f.

Orașul Richmond utilizează apele de canalizare provenite de la instalațiile de tratare cu apă de completare pentru turnurile de răcire. Hoppe T. C. *Power Engineering*, tom. 63 (1959), nr. 7, p. 71—73, 5 figuri.

621.311.22 : 628.1

Întrucît, pentru extinderea centralei locale peste primul grup de 30 MW, disponibilitățile de apă ale rîului din apropiere nu au fost suficiente ca să asigure apa de completare din circuitul de răcire cu turnuri, s-a preconizat folosirea apelor rezultate de la instalațiile de tratare a apelor de canalizare ale orașului.

În articol se indică soluția adoptată și se arată analizele apelor de rîu și de canalizare înainte și după preparare, dîndu-se și o schemă în care se arată modul de tratare a apelor de canalizare în vederea utilizării lor în circuitul de răcire.

Rezultatele probelor au arătat că se poate realiza o funcționare bună chiar cînd se folosesc numai ape de canalizare pentru completarea apei din circuitul de răcire, acestea necesitînd un tratament cu var și coagulare, la fel ca în cazul folosirii apei obișnuite.

Aceeași soluție a mai fost adoptată și în alte cazuri similare în care apele de canalizare tratate „complet" (cu o tratare primară și una secundară) au fost folosite în circuitul de răcire al centralelor termoelectrice după o simplă dezalcalinizare cu un acid oarecare.

al. f.

Trecerea turbinei AK-25-1 la regim de contrapresiune. Arafonov M. S., Marcov N. N. *Electriceskie stanții* vol. 30 (1959), nr. 1 (Ian), p. 41—43, 5 fig.

631.311.22 : 621.165.002

Într-o centrală electrică din U.R.S.S. au fost adaptate două turbine de condensație AK — 25 — 1, cu puterea de 24 MW și parametrii de abur 26 ata 375°C, construcție în două corpuri pentru a funcționa ca turbine de termoficare cu contrapresiune variabilă. În acest scop s-a înlocuit rotorul corpului de joasă presiune cu un arbore fals urmînd ca destinderea aburului să aibe loc în corpul de înaltă presiune pînă la 1,2 ata (la sarcină maximă). Ventilele de suprasarcină care introduceau aburi după roata de reglaj au fost închise și astfel s-a obținut la regimul de sarcină maximă un consum de abur de 103 t/h și un debit de căldură la ieșirea din turbină de 55 Gcal/h. Puterea turbinei s-a redus cu 40% față de puterea maximă de regim de condensație iar consumul serviciilor interne s-a micșorat cu 220 kW ca urmare a eliminării pompelor condensatorului, iar randamentul instalației a crescut de la 27—28% la 84%. Regimul temperaturilor în corpul de înaltă presiune s-a menținut neschimbat. Vibrațiile au rămas de asemeni în domeniul amplitudinilor admisibile. Durata de încălzire și de ambalare s-a redus. S-au constatat pierderi de aburi la partea dinapoi a corpului de înaltă presiune, atunci cînd contrapresiunea a crescut de la 1 ata la 1,2 ata. Din această cauză a trebuit să se reconstruiască presetupa părții dinapoi a corpului de înaltă presiune.

Instalația de termoficare cu două turbine AK — 25—1 modificate alimentează un consumator necesitînd 170 Gcal/h. Boilerele de bază tip BO — 550 sînt încălzite cu abur de la contrapresiunea turbinelor (110 Gcal/h) iar boilerul de vîrf tip BP 500 este alimentat cu un reductor 29/6 ata.

Economia realizată prin această transformare se ridică anual la 500 — 700 mii ruble.

c. m.

Despre reducerea termenelor de construcție a centralelor termoelectrice. Granik G. B. *Elektr. stanții*, U.R.S.S., 29 (1958), nr. 12, 10—14, 3 tabl.

621.311.22.002.2

După o examinare a duratelor prevăzute prin normativele existente pentru construcția centralelor termoelectrice (în jurul a 50 luni pentru o centrală de 300 MW) și a celor efectiv realizate (în jurul a 60 ... 70 luni), se analizează diverse măsuri tehnice și organizatorice pentru reducerea acestor termene. Accentul principal se pune pe buna organizare a lucrărilor pregătitoare de utilizare rațională a resurselor locale (de materiale și energetice), de coordonare corectă a finanțării cu nevoile efective ale șantierului, rezolvarea optimă a problemei cazării personalului de construcție (locuințe demontabile, remorci—locuințe etc.). Reduceri importante ale termenului de execuție se pot obține prin intensificarea industrializării lucrărilor de construcții și de montaj, prin folosirea pe scară mare a prefabricatelor de beton și de zidărie, utilizarea de armături de beton autoportante și de cofraje de inventar (permanente).

Se analizează metodele de organizare ritmică a lucrărilor, parte din cele de construcție urmînd a fi executate în paralel cu cele de montaj etc.

a. c.

Centrale termoelectrice descoperite. Mirenburg S. L. *Energhetic U.R.S.S.*, 6 (1958), nr. 12, 4—7 și 3 fig.

621.311.22.001

La una din centralele electrice din sudul U.R.S.S. se construiește în aer liber un grup termoenergetic de 150 MW. Cazanele, turbogeneratoarele, pompele de alimentare, economizoarele etc. sînt montate complet deschis; tablourile de distribuție, camera de comandă, laboratorul și locuințele personalului sînt cuprinse într-un corp de clădire construit între cele două agregate de cazane. Sala mașinilor nu are subsol, instalațiile auxiliare ale turbinelor fiind montate la suprafață. Spațiul este deservit de un pod rulant portal. În exploatare, pierderea mărită de căldură în mediul ambiant se compensează prin economia de căldură la încălzirea încăperilor. Ventilația și iluminatul se îmbunătățesc. Supravegherea și comanda mașinilor se fac de la distanță, personalul efectuînd un control periodic. Pentru protecția utilajului și conductelor împotriva intemperiilor se execută o izolare și o acoperire mai eficace.

Principalul avantaj al unor astfel de instalații este costul relativ neînsemnat al lucrărilor de construcții și reducerea simțitoare a perioadei de punere în funcțiune.

a. c.

Pierderile de energie în cuptoarele care nu utilizează energia electrică. I. Paris *Energetika* C.S.R. nr. 10/59, 3 pag.

536.24.003.1

Exploatarea acestor cuptoare este legată de importante pierderi de energie. Din cauza marii importanțe a acestor pierderi, autorul le analizează amănunțit și indică principalele cauze care duc la apariția lor. Pe baza acestei analize se dau indicații pentru raționalizarea exploatării cuptoarelor în scopul micșorării energiei neproductive. Autorul examinează nu numai insuficiențele provocate de exploatare, dar și cele datorate sistemelor constructive și organizării. În legătură cu acestea sînt atinse și unele probleme de planificare. Pe un exemplu concret sînt arătate economiile, ce decurg din realizarea măsurilor pentru înlăturarea insuficiențelor.

d. p.

Durata de încălzire a cazanelor de mare presiune cu tambur. V. G. Ciakrîghin. *Teploenerghetica* nr. 3 (1959) p. 35—39, 4 fig., 1 tabel, 3 bibliografii

621.181.004

Se analizează solicitările ce se nasc din diferențele de temperatură la tamburul principal și se dau indicații pentru stabilirea vitezei de încălzire.

Concluziile pentru cazanele sovietice sînt următoarele:

Conducerea rațională a încălzirii cu viteza de 140°C/h nu antrenează diferențe de temperatură periculoase în lungul tamburului sau pe perimetrul acestuia; pentru a nu depăși însă $\Delta t = 50°C$ în grosimea mantalei tamburului, se recomandă limitarea vitezei de încălzire la 125°C/h; la această viteză, nu apar solicitări anormale în supraîncălzitor sau în alte elemente ale cazanului.

Timpul total de încălzire scade de la circa 5 1/2 h cît prevăd instrucțiunile de exploatare la circa 2 1/2 h. Debitele minime de asigurat în timpul încălzirii sînt indicate în funcție de presiune și sînt sensibil mai scăzute decît cele impuse prin instrucțiuni..

Dispozitivele de protecție ale rețelei de 220 kV din RDG. Kadner G. *Elektrie* 13 (1959) nr. 7 p. 244/247 12 fig 5 r. b.

621.316.9

În acest an rețeaua de 220 kV a atins circa 2 100 km lungime fiind dotată cu circa 100 întreruptoare și 35 transformatoare. Rețeaua funcționează cu neutrul legat direct la pămînt. Protecția rețelei este asigurată de relee de distanță de două tipuri: RD 11 fabricat de VEB- Berlin Treptow (EAW) și R3Z24 tip Siemens. Releele posedă trei dispozitive independente de măsură a impedanței și a direcției. Timpul de acționare al releelor este de ordinul 50 m . Releele acționează asupra întreruptoarelor de tip APF 2507 fabricate de „Karl Liebknecht" Berlin. Pornirea releului RD 11 se face sub influența combinată a supraintensității și a unei valori reduse a impedanței [la $U = 0$ curentul de acționare (0,5 ÷ 1) I_n la $U = 100\%$ curentul de acționare (1,6 ÷ 3) I_n la $I = 0$ tensiunea (35 – 65%) U_n]. Releul tip R3Z24 are două elemente de excitare: primul R3Z2 în funcție de impedanță prezintă caracteristici diferite pentru scurtcircuitul monofazat, bifazat și trifazat și prezintă domenii de reglaj asemănătoare ca la tipul anterior; al doilea element este acționat în funcție de unghiul impedanței și de caracterul inductiv sau capacitiv al acestuia. Releul este prevăzut cu dispozitive corectoare care să țină seamă de dispersia valorii măsurate a impedanței față de cea reală, datorită influenței celui de-al doilea circuit, prezenței unei linii izolate puse la pămînt etc. Protecția este prevăzută cu un releu care asigură reanclanșarea automată repetată după o întrerupere de 450 ms. După o reanclanșare reușită releul este pornit timp de 8 s pentru a detecta și a întrerupe definitiv linia în cazul persistenței defectului. În septembrie 1958 au fost efectuate încercări pe un tronson de 130 km din rețeaua de 220 kV efectuîndu-se scurtcircuite monofazate pe linii cu simplu circuit și pe linii cu dublu circuit. La acestea din urmă nu s-a putut obține o declansare selectivă pentru defecte la capătul opus al liniei decît la acționarea întreruptorului în treapta 2 (după acționarea întreruptorului de la capătul defect). Legătura centralei cu transformatoarele stației de 220 kV se face prin linii de 110 kV racordate bloc. Blocul de transformatoare este prevăzut cu protecție diferențială cu relee RD7. Releele direcționale ale protecției de distanță împreună cu un releu auxiliar RV asigură protecția de rezervă în direcția liniilor de 220 kV și de asemenea protecția rapidă (0,6 s) a barelor de 220 kV.

a. r.

Progrese în transportul puterii electrice la foarte înaltă tensiune Abetti A. P., Crary B. S. *Power Apparatus and Systems* 1959 Nr. 42 (iunie) p. 357/371, 14 fig. 6 tab. 30 r. b.

621.316.1 :3.002.2/8

În partea 1 a articolului se prezintă starea actuală și perspectivele transportului prin linii de foarte înaltă tensiune (275 kV și mai mari).

Se face o evaluare a necesității liniilor de înaltă tensiune pentru următorii 20 ani (1977 vezi tabela 1). Se ajunge la concluzia: sistemele de F.I.T.*) se vor dezvolta în continuare la tensiunea de 345 kV și va fi necesară și o treaptă superioară în jurul a 460 kV în anul 1962 și probabil 650 kV în 1975. Există actualmente o tendință netă spre: (1) o încărcare mai mare pe circuit (2) o izolație redusă (3) pierderi reduse prin utilizarea unor secțiuni mari de conductoare, transformatoare cu randamente sporite și corespunzătoare puterii reactive.

În partea 2-a se cercetează problemele și mijloacele de rezolvare. După ce se face o clasificare a problemelor tehnologice legate de elaborarea materialului necesar pentru rețelele de F.I.T. se prezintă metodele necesare pentru soluționarea acestor probleme. Aceste metode sînt: cercetări și studii analitice, cercetări de laborator, linii experimentale, sisteme prototip de F. I. T. și încercări pe sistemele în exploatare. Trebuie să existe o conlucrare și colaborare în aceste cîmpuri de activitate ca să se obțină rezultatele scontate.

Tabela 1

Tendințe de dezvoltare

Tensiunea	10^3 km circuit/an		% din total	
	1956	evaluat 1977	1956	evaluat 1977
22–39	125	128	26,1	10,3
40–90	170	270	35,3	22
91–125	80	330	18,7	26,5
126–199	69	355	13,5	28,7
200– și mai mari	27	157	5,4	12,5
Total	480	1 240	100	100

În 1977 se contează pe o producție mondială de 7 000 TWh

a. r.

Un transformator de 10 MVA izolat cu gaz. Progresele obținute în această direcție. Camilli A. *Electrical Engineering* 78(1959) nr. 8, p.828/30, 1 fig., 1 tab. 21 b.

621.314.222

Transformatoarele avînd drept mediu de răcire un gaz au apărut încă din 1956, cînd au fost fabricate două unități de 2 MVA 69 kV.

În prezent s-a realizat o unitate de 10 MVA 60 Hz 62,7/ 12,4 y/7,2 kV utilizînd drept gaz hexaflorura de sulf (SF_6). Presiunea gazului este de 1,05 ata la 25°C (nu este inflamabil și este netoxic). Această presiune crește liniar cu temperatura. Răcirea se face în circuit închis cu circulație forțată; atît gazul cît și înfășurarea transformatorului sînt închise într-un tanc etanș de formă cilindrică. În interiorul tancului se găsește schimbătorul de căldură și ventilatorul care asigură circulația forțată a gazului. Ca agent de răcire se folosește în schimbătorul de căldură freonul. Acesta la rîndul lui este răcit într-un condensator exterior tancului prin intermediul unui curent de aer. Temperatura bobinajului este de 55°C.

Transformatorul provoacă zgomote mai mici cu circa 8 d decît un transformator similar cu răcire forțată cu ulei. Transformatorul are proprietăți descriptive ameliorate și poate fi ușor protejat de descărcătoare catodice de tipul Maqnevalvă. Cîteva caracteristice sînt arătate în tabela 1.

Tabela 1

Timpul transformat	Cu ulei cu răcire proprie	Cu gaz
Greutatea miezului și a bobinelor	88%	100%
Greutatea mediului de izolare	2 200%	100%
Greutate totală	140%	100%
Reactanță	7,2%	7,2%
Pierderi	95%	100%

a. r.

Utilizarea izolatoarelor de dimensiuni reduse la liniile de transport de 110–500 kV. Șerențis A. N., *El. Stanții*, 30 (1959), nr. 4, p. 54–59, 2 fig.

621.315.52 :521 :315.1 :621.3.027 :7/8

În cadrul articolului se dau caracteristicile izolatorului cu o manta de dimensiuni reduse, fabricat în U.R.S.S. și se analizează posibilitatea utilizării acestui izolator la liniile aeriene de 110–500 kV.

Din compararea caracteristicilor electrice și mecanice ale acestui izolator rezultă că tensiunea de conturnare la frecvența industrială nu se reduce, cu toate că dimensiunile izolatorului sînt mai mici, caracteristicile mecanice fiind de asemenea aceleași. Tensiunea de conturnare la impuls scade.

În continuare se studiază nivelul de izolație al liniilor de 110–500 kV în ipoteza utilizării izolatoarelor de dimensiuni reduse. Deoarece tensiunea de conturnare la frecvență industrială este aceeași, numărul de izolatoare necesare pentru a se asigura un anumit nivel de izolație din punct de vedere

*) foarte înaltă tensiune

al supratensiunilor ineerne, este același ca și în cazul izolatoarelor obișnuite. Tensiunea de conturnare la impulsie a lanțului de izolatoare reducîndu-se, crește numărul specific de declanșări produse de supratensiunile atmosferice. Deoarece această creștere este neesențială iar pe de altă parte liniile fiind prevăzute cu RAR, majoritatea declanșărilor sînt evitate, această deficiență nu prezintă importanță practică deosebită.

Analizîndu-se alegerea distanței dintre conductoare și dintre conductoare și stîlp, se arată avantajele tehnico-economice ale utilizării izolatoarelor cu dimensiuni reduse, dat fiind că se reduce lungimea lanțului de izolatoare. În ultima parte a articolului se indică avantajul pe care îl prezintă aceste izolatoare din punct de vedere al exploatării.

g. d.

Hidroenergetica

Stații electrice exterioare pentru tensiuni înalte pînă la 35 kV. Novotny Vlad, Luboș Jäger, *Energetica* (C.S.R.) Nr. 7 (1959), p. 361—365.

621.316.262—842

Se arată stadiul construcției stațiilor de transformare exterioare de 22 și 35 kV în C.S.R., precum și în țările occidentale și U.R.S.S., unde se folosesc pe scară largă.

După o enumerare a avantajelor stațiilor interioare și exterioare de 22 și 35 kV și a posibilităților lor de folosire, se face o analiză detaliată a indicilor constructivi și economici.

Se indică în tabele prețurile aparatajului electric și investițiile comparative pe diferite tipuri de stații de 22 kV.

Tabela

Compararea investițiilor în stațiile electrice de 22 kV

Tipul stației	Stație cu bare duble				Stație cu bare simple		
	interioară	exterioară			interioară	exterioară	
	Transformator 800 kVA interior	Transformator 800 kVA exterior	Întrerupătoare OXHV-22	Întrerupătoare VMGV	Transformator 6,3 MVA exterior	Transformator 6,3 MVA	Întrerupător VMGV
	A_1	A_2	B_1	B_2	C_1	E_1	E_2
Construcții	87	72	27	27	62	14	14
Aparataj	120	120	157	134	42	72	94
Montaj	88	89	87	105	50	55	55
Total în mii	295	281	271	366	154	141	163
Kcs în %	100	95	92	128	100	94	108

Pentru stațiile de 35 kV se dau diferențele de construcție și investiții față de stațiile de 22 kV.

Se dau exemple de stații proiectate și construite în C.S.R. și se indică schemele, cotele de gabarit și aparatajul utilizat

c.w

O lucrare a prieteniei: Construcția uzinei hidroelectrice Nagymoros E. Kertei, *Wissen und Leben* (R.D.G.) 4(1959) 5, p. 325—329.

621.311.21(439.1:437)

Planul de amenajare a sectorului maghiaro-ceh al Dunării cuprinde execuția a două uzine: Bratislava și Nagymaros, dintre care a doua va fi executată în primul rînd. Puterea totală instalată pe sector va atinge 500 MW, iar energia produsă: $3{,}2 \times 10^9$ kWh/an.

Centrala Nagymaros amplasată pe un cot al Dunării, între Nagymaros și Veiegrad, într-o zonă muntoasă. Lucrarea cuprinde trei uvraje importante:

— barajul pe malul drept, ridicînd nivelul minim al Dunării cu 7,5 m (remuul întinzîndu-se pe 110 km), cuprinzînd 9 deschideri a 30 m;

— centrala din mijlocul albiei, echipată cu 9 grupuri Kaplan (N = 8m), cu o putere totală de 120 MW și o producție anuală de 830×10^6 kWh (circa 8% din producția actuală de energie a R.P. Ungare);

— 2 ecluze paralele pe malul stîng de 24 m lățime și 230 m lungime, dimensionate pentru cîte un remorcher și 4 șlepuri de 1000 t.

Volumul de lucrări cuprinde 6 000 000 m³ terasamente, 350 000 m² excavați în stîncă, 320 000m³ beton, 365 000m³ beton armat, 9 000 t construcții metalice, 14 000 t echipament electromecanic. Se prevede terminarea lucrării în 1965.

a. f

Uzina hidroelectrică Aschach pe Dunăre. *Schweizerische Bauzeitung* 77 (1959), 28, p. 456—459.

621.311.21(436)

În decembrie 1958 s-a luat hotărîrea executării unei noi uzine hidroelectrice pe sectorul austriac al Dunării: uzina Aschach.

Uzina cuprinde:

— uvrajele de descărcare constînd în cinci deschideri de 24 m cu vane plane de 15,84m înălțime, amplasate pe malul stîng;

— centrala de 128 m lungime, echipată cu cinci turbine Kaplan;

— două ecluze de 224 m lungime și 24 m lățime, amplasate pe malul stîng.

Centrala are un debit instalat de 2 040 m³/s și utilizează o cădere maximă de 23 m. Puterea instalată este de 264 MW iar energia produsă de 1 609 GWh/an, din care 41% energie de iarnă.

Se prevede ca centrala Aschach să devină centrala dispecer a lanțului de centrale prevăzute pe cursul austriac al Dunării.

a.f.

Centrala hidroelectrică Bratsk. Dr. ing. Helmut Leutelt „*V.D.I.*" Vol. 101(1959) nr. 19, 5 pag (788— 792), 10 fig., 2 tab, 7 rf. bibl.

621.311.21

Descrierea amănunțită a amenajării bazinelor Ienissei și Angara, „Cascadele" Angarei prevăd 6 baraje: Irkutsk 30 m (600 000 kW, din care 2 turbine au intrat în funcțiune în 1956) este pe terminate; Suchowsk 13m; Telmink (12 m); Bratsk 102 m; Ust-Ilimsk 93 m; Bogutschan 69 m.

La intrarea în funcțiune a centralei Bratsk, adică în circa 4 ani, ea va produce mai mult curent electric decît toate C.H.E. ale Austriei. Nu mai intrăm în amănunte asupra datelor acestei grandioase instalații, deoarece sînt cunoscute. Reținem însă următoarele tabele comparative:

	MW	Excavații	Antasări	Beton și beton armat
Kuibischew	2 100	77,23 mil. m³	79,16 mil. m³	7,90 mil. m³
Grand Coulee	2 300	13,00 mil. m³	—	8,00 mil. m³
Bratsk	3 600	5,79 mil. m³	16,58 mil. m³	7,30 mil. m³

Bazinele de acumulare	Capac. totală	Capac. utilă	Suprafața în 1 000 km²
Bratsk	179,9 Mrd.m³	50,0 Mrd.m³	5,4
Boulder Dam	37,5 Mrd.m³	31,4 Mrd.m³	0,59
Grande Dixence	0,4 Mrd.m³	—	—
Grand Coulee	11,7 Mrd.m³	6,1 Mrd.m³	0,29

V. A.

Centrala hidroelectrică cu acumulare prin pompare Geestacht. Beyerlein H. *Elektrizitätswirtschaft* 58 (1959),6—201 p. 169—178,13 fig., 2 tabele, 5 ref. bibl.

621.311.2

În prima parte se prezintă datele energetice și hidraulice generale ale schemei, fără a se insista însă asupra lor.

Articolul prezintă pe larg sala mașinilor și întreg echipamentul hidromecanic cu aparatajul auxiliar. Tratînd despre elementele de construcții, se dau detalii privind priza de apă, conductele forțate și clădirea centralei. Se dau, de asemenea, detalii asupra controlului automat al grupurilor, timpul de trecere de la o fază de funcționare la alta, precum și rezultatele de exploatare pentru primul grup pus în funcțiune.

s. p.

Energetica nucleară

Proiectul unei centrale atomoelectrice, cu o putere termică de 30 000 kW. Fritzsche, A. F. şi Haller, P. *Sulzer Techn. Rdsch.*, vol. 40(1958), nr. 3, p. 5—14, 5 fig.

621.039:621.311.21

Un grup de studii, constituit în Elveţia în 1955, a întreprins în ultimii ani cercetări asupra reactoarelor energetice, în vederea acoperirii creşterii viitoare a consumului de energie electrică a ţării.

S-a întocmit sarcina de proiectare a unei centrale atomoelectrice cu o putere termică de 30.000 kW. Ea se va realiza ca o extindere a centralei de termoficare a Şcolii Politehnice din Zürich şi va putea lucra atît ca centrală de condensaţie cît şi ca centrală termică, o parte din căldura reactorului fiind livrată direct reţelei de termoficare.

Reactorul foloseşte drept combustibil uraniu natural, moderarea şi răcirea făcîndu-se cu apă grea. Fluidul de răcire intră în reactor la presiunea de 60 at şi temperatura de 190°C, se încălzeşte în reactor pînă la 220°C şi trece apoi în schimbătoarele în care se produce aburul. Moderatorul e menţinut la presiunea atmosferică şi la o temperatură de 50°C.

Cantitatea totală de apă grea este de 18 t, din care 13 t au funcţia de moderator. Combustibilul are o greutate totală de 5 t. O mică parte din elemente sînt îmbogăţite cu 1%, ceea ce măreşte reactivitatea şi micşorează investiţia.

Pentru siguranţă s-a prevăzut între circuitul de apă grea şi circuitele interioare de apă obişnuită un circuit intermediar tot de apă, pentru evitarea oricărei posibilităţi de contaminare.

Cele 40 t/h abur de 11 ata şi 183°C produse în cele două schimbătoare sînt introduse în două turbine de condensaţie avînd o putere maximă de 5900 kW sau se repartizează între turbine şi un schimbător abur-abur cu un debit de 20 t/h, care alimentează reţeaua termică cu abur saturat de 7 ata.

Ca dispoziţie constructivă centrala va fi subterană adăpostită în două excavaţii. În prima, de formă cilindrică cu un diametru de 20 m şi o înălţime de 40m, terminată sus şi jos cu cîte o emisferă, este adăpostit reactorul, schimbătoarele primare şi anexele reactorului.

În a doua excavaţie vor fi montate turbinele, împreună cu celelalte instalaţii anexe.

a. m.

Turbo-maşini pentru instalaţii energetice nucleare. René A. Strub — Winterthur „*V.D.I.*" Vol. 101 (1959) Nr. 18, 6 pag. 15 fig. 2 tab.

621.039

Reactorii nucleari sînt răciţi prin apă, apă grea, diferite gaze sau chiar prin metale lichide. Pentru circulaţia acestor medii de refrigerare în circuit închis, sînt necesare maşini centrifuge — pompe şi suflante — care trebuie să îndeplinească condiţiile speciale ce se cer la asemenea instalaţii: protecţia anumitor părţi ale maşinii, prin care circulă aceste mijloace de răcire, protecţia contra radioactivităţii, asigurarea unei perfecte etanşări.

Se descriu şi se ilustrează asemenea maşini: pompe cu motor capsulat pentru apă grea, prevăzute cu izolare termică între motor şi pompă, care lucrează la 120 at şi 220°C; turbocompresoare supraşonice cu etanşări mecanice; o suflantă pentru CO_2 (centrala nucleară de la Chinon-Franţa) cu o putere de 9 000 kW. Se descriu în continuare diferite instalaţii de încercări şi de cercetări.

v. a.

Ştiri din acţiunea de electrificări rurale

In toate regiunile ţării se pun la dispoziţie mari fonduri pentru electrificarea comunelor şi satelor; noi linii pentru transportul energiei electrice sînt date în exploatare; s-au creat sisteme energetice regionale. In ultimii ani au fost date în funcţiune termocentralele de la Doiceşti, Paroşeni, Steaua Roşie, Ovidiu II, centrala de termoficare de la Borzeşti şi s-a dezvoltat capacitatea de producţie a centralelor termoelectrice de la Arad, Brăila, Oraşul Stalin, Gura Barza, Reşiţa, etc. Recent a început construcţia unei noi centrale termoelectrice la Brazi, lîngă Ploeşti.

In 1950 lungimea totală a liniilor pentru transportul energiei era numai de 1 300 km. În prezent se află în funcţiune peste 5 600 km de reţea, iar pînă la sfîrşitul anului 1960, lungimea totală a reţelei va depăşi 7 500 km. Numai lungimea liniilor de 110 kV construită între anii 1951 şi 1957 a fost de 7 ori mai mare faţă de 1950. S-au creat astfel premisele de unificare a sistemelor energetice Muntenia, Ardealul central, Ardealul de sud-vest şi Oltenia, Ardealul de nord-vest, Moldova şi Dobrogea, realizîndu-se prin aceasta un sistem energetic unic, cu folosirea raţională a energiei electrice, asigurîndu-se în acelaşi timp utilizarea cît mai economică a agregatelor energetice. Succese remarcabile s-au obţinut în ultimii ani în opera de electrificare rurală. La sfîrşitul anului 1958 numărul satelor şi localităţilor rurale luminate ajungea la 2 660, iar anul acesta numărul lor va creşte mai bine de 3 000. 800 de unităţi agricole socialiste de stat (gospodării agricole de stat, SMT, staţiuni experimentale etc.) au fost electrificate între anii 1950 şi 1957. In electrificarea rurală o contribuţie importantă au masele largi de cetăţeni care au efectuat mii de ore de muncă voluntară, ca de pildă ţăranii muncitori din satele regiunilor Galaţi, Bacău, Constanţa, Iaşi, Stalin, Oradea, Timişoara etc. Numai în ultimele luni au fost electrificate sute de sate şi comune ale ţării.

*

In regiunea Constanţa, de pildă, au fost electrificate în ultimii ani 107 sate, urmînd ca pînă la sfîrşitul acestui an să mai fie electrificate încă 37. Pentru anul viitor se prevede electrificarea şi extinderea electrificării în alte 110 sate, urmînd ca pînă la sfîrşitul anului 1961 toate satele regiunii să fie electrificate. In regiunea Craiova s-au construit noi linii electrice de înaltă tensiune. S-a terminat construcţia şi montajul liniei de 110 kV Bărbăteşti-Craiova şi a staţiei de transformatoare, prin intermediul cărora oraşul Craiova a fost racordat la sistemul energetic naţional. Pe de altă parte linia Livezi-Segarcea a fost construită în proporţie de aproximativ 70%, şi se află în curs de construcţie linia electrică Cărbuneşti-Poiana Seciur şi staţia de transformatoare de la Poiana Seciur.

*

In regiunea Iaşi au fost electrificate de la la începutul anului un număr de 14 sate. Contribuţia în bani şi materiale a ţăranilor muncitori la această acţiune se ridică la 600.000 lei în primele 9 luni ale anului, ei prestînd totodată muncă voluntară la transportul stîlpilor şi la diferite alte lucrări. Datorită acestor considerente, cum şi datorită bunei gospodăriri a materialelor, în special de către întreprinderile de gospodărie comunală Iaşi şi Vaslui, executarea unui kilometru de reţea de joasă tensiune a costat în medie cu 8 000 lei mai puţin decît prevedea planul.

*

In regiunea Oradea lucrările de electrificare începute în anul 1958 în comunele Doisig, Beznea, Uileacul de Criş, Ghegie şi altele au fost terminate recent. In acest an mai sînt cuprinse în planul de electrificare peste 20 de sate şi comune din regiune, printre care Bîrsa, Drauţi, Aştileu, Răpsig, Vîrfuri, Ip, Sîntion şi altele. Pentru anul 1960 planul cuprinde electrificarea unui număr cu mult mai mare de comune şi sate.

*

In ultimele luni, în regiunea Piteşti s-au electrificat de asemenea cîteva sate. Recent şi comuna Rîureni a fost electrificată prin contribuţia ţăranilor din această comună.

G. Vrțeli: INDUSTRIALIZAREA SOCIALISTĂ A R.P.R.

Necesitatea unei lucrări privind dezvoltarea și creșterea intensă a producției industriale azi, în patria noastră, este multiplă deoarece ea trebuie să oglindească în primul rînd importanța unei asemenea dezvoltări a economiei naționale față de înapoierea din trecut a Romîniei „țară eminamente agricolă", în al doilea rînd trebuie să oglindească în mod amănunțit dezvoltarea însăși a țării din punct de vedere economic pe principalele ramuri economice și, în sfîrșit, lucrarea trebuie să prezinte bazele de sprijin în înfăptuirea industrializării.

Căutînd să corespundă acestor necesități, lucrarea „Industrializarea socialistă a R.P.R." (169 pagini) este împărțită în șapte capitole, în care se poate urmări pe rînd importanța marii industrii — baza materială a socialismului — o scurtă prezentare a stării economice înapoiate a Romîniei burghezo-moșierești, crearea premizelor care stau la baza dezvoltării industrializării, transformarea țării într-o țară industrial-agrară, repartizarea teritorială socialistă a industriei R.P.R., colaborarea cu țările lagărului socialist și, în sfîrșit, creșterea productivității muncii, condiție de bază a dezvoltării industriei.

Pentru analiza dezvoltării pe ansamblu a industriei propriu-zise, autorul face comparații luînd ca bază anul 1938, cel mai favorabil al dezvoltării economiei burgheze, urmărește evoluția și volumul investițiilor în sectorul socialist al industriei (pag. 76 și 77), analizează îndeplinirea planurilor în fiecare an ca principală sursă a acumulărilor socialiste. O importantă documentare o vădește lucrarea în domeniul dezvoltării sectorului I față de sectorul II pe grupele A și B (pag. 75 și 111—114).

Îndeplinirea sarcinilor de plan în domeniul industriei grele și importanța ei pentru echiparea și lărgirea bazei tehnice a tuturor ramurilor economiei naționale, dezvoltarea industriei metalurgice feroase și neferoase, mărirea rapidă a producției de energie electrică (pag. 91—93), creșterea industriei petrolifere și a gazelor naturale (pag. 95) și importanța acordată în cursul dezvoltării planice a economiei naționale industriei carbonifere sînt documentate și corespunzător analizate.

Urmărind celelalte ramuri ale industriei grele, ramura industriei chimice aproape inexistentă în trecut, a industriei materialelor de construcții și a prelucrării lemnului (pag. 103—106) ca și ramurile industriei ușoare și alimentare, lucrarea face o sinteză a realizărilor ultimilor 11 ani, științific fundamentală și documentată în permanență din documente ale partidului și date statistice precise, ilustrîndu-le cu tabele reprezentative.

În domeniul repartiției teritoriale a ramurilor industriale, lucrarea oglindește succesele obținute în amplasarea rațională a industriei și în dezvoltarea principalelor regiuni economice, ca Stalin, București, Timișoara, Ploiești și Hunedoara, ca și în dezvoltarea regiunilor mai înapoiate (teritoriile Moldovei, Dobrogei și chiar ale Olteniei).

Arătînd în încheiere importanța diviziunii internaționale socialiste a muncii pentru țările care fac parte din CAER, sprijinul frățesc și dezinteresat acordat de către U.R.S.S. în anii 1946 și 1947 (pag. 139) și apoi în decursul celorlalți ani pînă azi, colaborarea tehnico-științifică a țării noastre cu celelalte țări ale lagărului socialist pe plan extern și creșterea productivității muncii prin ridicarea nivelului tehnic în toate ramurile economiei naționale pe plan intern, lucrarea ilustrează cauzele care au făcut posibil ritmul accelerat al industrializării socialiste a R.P.R. în ultimii ani.

Lucrarea „Industrializarea socialistă a R.P.R." se adresează în egală măsură cercetătorilor științifici și economiștilor, tehnicienilor și specialiștilor din toate ramurile economiei naționale, deci numeroaselor cadre din economie, constituind o deosebită utilitate și un prețios sprijin în munca lor de zi cu zi pentru construirea socialismului în patria noastră.

Ing. L. Rădulescu

DEZVOLTAREA INDUSTRIEI SOCIALISTE ÎN R.P.R.

Cu ocazia împlinirii a 11 ani de la actul naționalizării principalelor mijloace de producție, un colectiv de autori specialiști în diferite ramuri ale industriei s-a străduit să dea o imagine pe ramuri industriale și pe ansamblul industriei socialiste a creșterii și dezvoltării neîntrerupte a industriei socialiste în ultimii ani.

Lucrarea conține 597 pagini și cuprinde zece capitole, fiecare referindu-se la una din ramurile principale ale industriei, ca: energetica, industria minieră, industria petrolului, industria siderurgică și constructoare de mașini, industria chimică, industria lemnului, industria materialelor de construcție, industria ușoară, industria alimentară, industria locală, iar ultimul capitol constituie o privire de ansamblu asupra dezvoltării industriei în R.P.R.

Pe fiecare ramură de industrie considerată separat se face o analiză amănunțită a resurselor și posibilităților de dezvoltare economică a ei, privind materiile prime existente, repartizarea lor și posibilitățile de amplasare a întreprinderilor prelucrătoare lîngă sursele de materie primă, dezvoltarea economică a ramurii înainte de anii puterii populare, dinamica producției în ramura respectivă și subramurile ei, dezvoltarea bazei tehnice, creșterea productivității muncii, îmbunătățirea procesului de producție, a organizării muncii și a repartiției teritoriale a producției, ajutorul acordat de U.R.S.S. și țările lagărului socialist și perspectivele economice de viitor ale ramurii analizate.

Evident însă este faptul că nici una din ramurile industriale nu se poate dezvolta fără o bază energetică serioasă, care trebuie să preceadă ca ritm dezvoltarea industrială care se sprijină pe rezervele de energie primară: combustibilii clasici, căderile de apă, combustibilul nuclear etc. și fără de care progresul tehnic în industrie, factor hotărîtor pentru creșterea producției și productivității muncii, pentru reducerea prețului de cost, nu poate avea loc.

De interes specific pentru cititorii revistei noastre relevăm studiul asupra dezvoltării energeticii întocmit de tov. ing. I. Saphier și ing. T. Albert. După analiza surselor de energie primară existentă pe teritoriul țării noastre și folosirea sumară a lor de către regimul burghezo-moșieresc este analizată evoluția producției și a consumului de energie primară în anii de democrație populară, transportul combustibililor și apoi industria energiei electrice. Dezvoltarea rețelelor de înaltă tensiune și crearea sistemelor electroenergetice, consumul de energie electrică mereu sporit indică cu prisosință introducerea largă a mecanizării muncilor grele, acționarea individuală a mașinilor, începuturi de automatizare și de procese de electrotehnologie în industrie. Toate ramurile industriale asigurate astfel de o bază energetică puternică se dezvoltă într-un ritm mereu ascendent, necesar creării unei baze tehnico-materiale puternice a socialismului. O deosebită atenție se acordă în lucrare necesității dezvoltării industriei pentru creșterea bunăstării materiale și culturale a celor ce muncesc, atît pe fiecare ramură în parte cît și pentru cei din celelalte sectoare economice.

Înzestrată cu date precise și nenumărate tabele ilustrative, lucrarea, tratînd evolutiv dezvoltarea industriei socialiste în R.P.R., ilustrează progresele făcute de la 11 iunie 1948 — anul naționalizării principalelor mijloace de producție — și pînă azi, și calea pentru crearea unei puternice industrii socialiste.

Ing. L. Rădulescu

Cuprinsul Revistei Energetica

Vol. 7 (1959)

1. Articole de fond şi redacţionale

1.1. Congresul construcţiei comuniste. **2** p. 45—46
1.2. *Mihăileanu C.* : Cea de-a XVII-a Sesiune a Conferinţei Internaţionale a Marilor Reţele Electrice (CIGRE). **3** p. 93—94
1.3. *Budeanu C.* : Dare de seamă asupra principalelor rapoarte prezentate şi a dezbaterilor în şedinţele de lucru ale sesiunii a XVII-a CIGRE. **3** p. 94—105.
1.4. 1 Mai — bilanţ de mari realizări în opera construcţiei socialiste. **5** p. 181
1.5. Aspecte ale îndeplinirii planului în sectorul energiei electrice pe anul 1958. **5** p. 182
1.6. Din activitatea Institutului de energetică al Academiei R.P.R. 1948—1958. **5** p. 183—185
1.7. *Sebastian I.* : Semicentenarul Centralei Grozăveşti. **6** p. 233—235
1.8. 23 august 1959. **8** p. 321—323.
1.9. *Gheorghiu N.* : 15 ani de realizări pe drumul electrificării ţării noastre. **8** p. 324—331.
1.10. *Armencoiu N.* : Contribuţia Institutului de studii şi proiectări energetice la realizarea electrificării ţării noastre. **8** p. 332—345.
1.11. *Vlad A.* şi *Alexandrescu V.* : Contribuţia sectorului de construcţii şi montaje energetice la electrificarea patriei noastre. **8** p. 346—356.
1.12. *Munteanu I.* : Centrala termoelectrică „Steaua Roşie". **8** p. 356—363.
1.13. *Ghitta A.* : Aspecte din activitatea întreprinderii „Energoreparaţii". **8** p. 363—365.
1.14. *Săndulescu S.* : Despre activitatea sectorului de raţionalizări energetice de pe lîngă întreprinderea Energoreparaţii. **8** p. 366—368.
1.15. Pentru ridicarea nivelului de trai al celor ce muncesc. **9** p. 369—370.
1.16. *Marcu B.* : Aspecte din dezvoltarea energeticii industriale în R.P.R. după 23 august 1944. **9** p. 377—379.
1.17. *Schwefelberg A.* : Colaborarea Republicii Populare Romîne cu ţările socialiste frăţeşti în domeniul energiei electrice şi rolul ei în dezvoltarea electroenergeticii ţării noastre. **9** p. 380—382.
1.18. *Comănescu T.* : Activitatea energetică în sprijinul dezvoltării industriei extractive a ţiţeiului. **9** p. 383—385.
1.19. Forţa vie a ideilor Marelui Octombrie. **11** p. 441—442.

2. Articole economice şi tehnico-organizatorice

2.1. *Dinulescu C.* : Pericolul de explozie a gazelor combustibile în cazanele de aburi şi măsurile de prevenire. **1** p. 15—18.
2.2. *Dumitrescu A., Elefterescu M.* şi *Kovacs St.* : Determinarea necesarului de energie pentru planul de perspectivă pe baza dinamicii consumurilor specifice energetice. **2** p. 49—52.
2.3. *Ghia V.* : Stabilirea în timpul funcţionării a deteriorărilor ce pot apărea la instalaţiile pentru preîncălzirea aerului. **4** p. 146—149.
2.4. *Nagy C.* şi *Caracudovici V.* : Economia de energie — factor important în realizarea ritmurilor ridicate de creştere în economia naţională. **5** p. 185—186.
2.5. *Bercovici M., Nagy C.* şi *Manea S.* : Dezvoltarea producţiei şi consumului de energie în R.P.R. **5** p. 187—190.
2.6. *Dumitrescu A., Elefterescu M.* şi *Kovacs St.* : Echivalenţa şi eficacitatea economică a proceselor energo-intensive. **5** p. 191—196.
2.7. *Vicol P.* : Reducerea costului lucrărilor de investiţii din sectorul energiei electrice. **6** p. 236—239.
2.8. *Vlădea I.* : Probleme privind economia de combustibil la fabricarea cimentului. **6** p. 247—250.

3. Energetica generală

3.1. *Gheorghiu N.* : Sarcinile energeticienilor în anul 1959 **1** p. 1—2.
3.2. *Olteanu E., Ionescu N. M.* şi *Scutaru I.* : Încercări de deshidratare a cărbunilor bruni lemnoşi după procedeul Zacsko. **1** p. 19—22.
3.3. *Voinea M., Niculescu N.* şi *David N.* : Situaţia mondială şi tendinţe în domeniul turbinelor cu gaze pentru centralele electrice. **2** p. 53—65.
3.4. *Stănescu D. I.* : Preocupări şi realizări energetice actuale. **4** p. 137—143.
3.5. *Stepieni H.* : Soluţiile tehnice principale în domeniul termoficării în Polonia. **6** p. 240—246.
3.6. *Bernfeld D.* : Utilizarea energiei eoliene în R.P.R. **7** p. 278—284.
3.7. *Vlădea I.* : Introducerea noilor unităţi de măsură în termotehnică. **7** p. 285—288.
3.8. *Biener M.* : Posibilităţi şi perspective de utilizare energetică a radiaţiei solare. **9** p. 385—389.
3.9. *Erdelyi St.* : Cîteva probleme ale producerii simultane de energie electrică şi căldură. **10** p. 409—413

4. Termoenergetica

4.1. *Grecov D.* : Studiu asupra parametrilor optimi ai supraîncălzirii intermediare a aburului în centrale termoelectrice cu parametri înalţi. **1** p. 3—10.
4.2. *Golici D.* : Recuperarea purjelor cazanelor de abur în centrale termoelectrice. **1** p. 10—15.
4.3. *Curelaru A.* : Prepararea şi arderea prafului cu granulaţie mare provenit din măcinarea cărbunilor inferiori din R.P.R. **2** p. 65—71.
4.4. *Ionescu M.* : Studiu privind regimul de funcţionare a turbinelor de termoficare cu prize reglabile. **2** p. 71—76.
4.5. *Sabău I.* : Contribuţii la determinarea raţională a domeniilor de funcţionare corectă a vaporizării în trepte. **3** p. 106—109.
4.6. *Staicu I. C.* şi *Beldiman T. M.* : Stabilirea limitelor perioadei de încălzire. **3** p. 109—113.
4.7. *Pănoiu N.* : Unele aspecte ale măcinării ligniţilor cu ajutorul morii ventilator. **4** p. 144—146.
4.8. *Buimovici D.*, *Carabogdan I.* şi *Westfried F.* : Exergia combustibililor solizi. **5** p. 197—205.
4.9. *Grecov D.* : Consideraţii asupra alegerii presiunii iniţiale optime în centrale termoelectrice de mare putere cu parametri înalţi. **5** p. 205—210.
4.10 *Antonescu N.* : Determinarea mărimii supraîncălzitoarelor de radiaţie la cazanele de abur. **5** p. 211—215.
4.11. *Hercz G.* : Metode noi pentru stabilirea rolului structurii granulometrice a combustibilului în procesul de ardere. **6** p. 250—255.
4.12. *Veress Z.* : Arzătoare industriale. **7** p. 288—295.
4.13. *Stanisavlievici L.* : Tendinţe actuale în tratarea apei pentru cazanele de presiune foarte înaltă. **9** p. 390—393.
4.14. *Antonescu N.* : Modernizarea cazanelor de abur prin adoptarea supraîncălzitoarelor de radiaţie. **10** p. 413—416.
4.15. *Singer G.* şi *Pănoiu N.* : Comportarea cenuşilor şi zgurilor în focarele cazanelor şi metodele moderne de cercetarea lor. **10** p. 417—421
4.16. *Neuberger G.* : Despre hidrazină şi utilizarea ei la tratarea apei de alimentare a cazanelor de înaltă presiune. **10** p. 422—427

4.17. *Grosz I.* : Nomograme pentru determinarea pierderilor la coş pentru gaz metan şi păcură. **10** p. 427—431
4.18. *Homola V.* : Alegerea agregatelor principale ale centralelor termoelectrice cu condensaţie. **11** p. 443—450.
4.19. *Dinulescu C.* : Arzătoare de gaze introduse în ambrazurile arzătoarelor de praf de cărbune. **11** p. 451—452.
4.20. *Covalli V.* : Un nou procedeu pentru determinarea pierderilor de căldură în încălziri centrale. **11** p. 453—457.
4.21. *Vlădea I.* : Utilizarea gazelor sărace drept combustibil pentru cazanele de radiaţie. **12** p. 485—487
4.22. *Ungureanu Cornel* şi *Theil H.* : Contribuţii la studiul controlului combustiunii în focarele cazanelor industriale. **12** p. 487—492
4.23. *Istin S.* : Modificările unui cazan IPROM în vederea asigurării parametrilor optimi şi a măririi randamentului. **12** p. 493—498

5. **Electroenergetica**

5.1. *Costin E.* : Despre determinarea tensiunii şi periodicităţii încercărilor preventive în reţelele de cablu de înaltă tensiune. **3** p. 113—122.
5.2. *Potolea E.* : Extinderea domeniului de utilizare a meselor de calcul de curent continuu. **4** p. 150—157.
5.3. *Baciu A.* : Determinarea reactanţelor supratranzitorii la generatoarele sincrone trifazate. **4** p. 157—166.
5.4. *Ionescu S.*, *Nicolae P.* şi *Pomîrleanu M.* : Principiile de bază ale reglajului automat de frecvenţă. **5** p. 216—220.
5.5. *Popa B.* : Asupra protecţiei staţiilor electrice exterioare contra loviturilor directe de trăsnet. **5** p. 220—226
5.6. *Drăgan G.* : Despre parametri curentului de trăznet. Analizarea metodelor de măsurare şi a rezultatelor obţinute prin aceste metode. **7** p. 295—303.
5.7. *Raşcu P.* : O nouă soluţie în dispoziţia echipamentului electric al staţiilor exterioare de conexiuni şi transformare de tip semi-înalt. **9** p. 394—398.
5.8. *Chenzbraun I.* : Scurtcircuit la bare provocat de întreruperea prin separator a curentului capacitiv la o punere la pămînt. **10** p. 431—434
5.9. *Laszlo T.* : Observaţiuni în legătură cu influenţa calităţii uleiului asupra rezistenţei de izolaţie a transformatoarelor. **12** p. 498—503
5.10. *Semlyen A.* : Expresii simplificate pentru calculul curbelor de montare a conducătoarelor liniilor aeriene, **12** p. 503—509

6. **Hidroenergetica**

6.1. *Spiridon D.* : Circuitul apei în natură şi potenţialul hidroenergetic. **2** p. 76—83.
6.2. *Solomon S.* : O metodă aproximativă pentru determinarea distribuţiei scurgerii pe suprafaţa unui bazin hidrografic. **3** p. 123—124.
6.3. *Stegăroiu P.* : Uzine hidroelectrice cu acumulare prin pompare. **4** p. 166—171.
6.4. *Păuna S.* : O nouă metodă de valorificare a parametrilor hidrologici ai unui curs de apă. **5** p. 226—230.
6.5. *Caracudovici V.* şi *Stegăroiu P.* : Precizia de calcul în determinarea potenţialului hidroenergetic. **5** p. 230—232.
6.6. *Răzvan E.* : Puterea instalată limită la uzine hidroelectrice fluviale. **6** p. 255—257.
6.7. *Pavel D.* : Analiza transformatoarelor hidroenergetice **11** p. 457—468

7. **In ajutorul exploatării**

7.1. *Marcu S.* şi *Columbeanu P.* : Scheme simplificate pentru anclanşarea automată a rezervei (AAR). **2** p. 83—84.
7.2. *Chenzbraun I.* : Schema protecţiei homopolare direcţionale a cuplei între bare. **3** p. 125—126.
7.3. *Marc D.* : Unele aspecte actuale în problema coordonării izoliaeiţ. **6** p. 263—267.

8. **Pentru tinerele cadre**

8.1. *Pavel E.* : Asupra folosirii unităţilor relative în problemele sistemelor electrice. **6** p. 258—262.

9. **Energetica peste hotare**

9.1. *Filotti A.* : Probleme hidroenergetice şi de gospodărire a apei ale Indiei, **1** p. 28—34.
9.2. *Stăncescu D. I.* : Organizarea sectorului energiei electrice şi a alimentării cu gaze în Republica Democrată Germană. **2** p. 85—86.
9.3. *Pavel D.* şi *Munteanu V.* : Energetica R. P. Chineze. **3** p. 127—129.
9.4. *Filotti A.* : Amenajarea integrală a rîului Aare în Elveţia. **4** p. 172—175.
9.5. *Pănoiu N.* : Energetica Republicii Populare Bulgaria. **7** p. 304—309.
9.6. *Rotman A.* : Sistemul de 400 kV din U.R.S.S. **11** p. 468—482.

10. **Din întreprinderi**

10.1 *Baciu A.* : Cu 75 de ani în urmă, pentru prima dată iluminat public electric în ţară. **1** p. 23—27.
10.2 *Sabău I.* : Experienţe din exploatarea cazanelor cu vaporizare în trepte. **7** p. 309—310.
10.3 *Paal St.* : Prelungirea duratei de funcţionare a materialului refractar la cazane neecranate. **7** p. 310.
10.4 *Anton St.* : Îmbunătăţirea factorului de putere în sistemul energetic Dobrogea. **7** p. 310.
10.5 *Dobrişan A.* : Rezultate obţinute în uscarea transformatoarelor mici prin radiaţii infraroşii. **9** p. 399.
10.6 *Barbu S.* : Verificarea montajului contoarelor cu două elemente Wattmetrice avînd instalaţiile în funcţiune. **9** p. 399—400.
10.7 *Ungureanu C.* : Exploatarea filtrelor Na-cationice la C.T.E. Paroşeni. **10** p. 435
10.8. *Andrásy I.* : Întreprinderea de electricitate Oradea. Dezvoltarea şi activitatea ei **10** p. 435
10.9. *Iovănel C.* : Megawatmetru însumător. **12** p. 511
10.10 *Pfeilmayer F.* : Realizarea instalaţiilor de uscare cu raze infraroşii a înfăşurărilor motoarelor electrice. **12** p. 511—512

11. **Discuţii**

11.1 *Laszlo T.* : Consideraţii asupra justificării din punct de vedere economic a conductoarelor de protecţie pentru liniile de 35 kV. **12** p. 510

12. **Din activitatea ASIT**

12.1 Şedinţa lărgită a Consiliului Central ASIT. **2** p. 47—48.
12.2 *Panaitescu G.* : Conferinţa Secţiei Energetică-Electrotehnică a filialei regionale ASIT — Bucureşti. **2** p. 87—88.
12.3 *Boţan N. V.* : Consfătuirea privind electrificarea rurală şi agricolă a regiunii Iaşi. **4** p. 175.
12.4 Zece ani de activitate ASIT în slujba construirii socialismului **7**. p. 273—275.
12.5 *Podaşcă Gh.* : Schimbul de experienţă în domeniul energiei electrice. **7** p. 276—277.
12.6. *Radu C.* : Zece ani de activitate a cercului ASIT de la I.R.E. Timişoara. **7** p. 311—312.
12.7. Consfătuirea „Gospodărirea căldurii în industrie" **9** p. 371—376.
12.8. *Bernfeld D.* : Prima consfătuire „Utilizarea energiei eoliene". **11** p. 483—484.

Documentare, cronică, recenzii.

Indexul alfabetic de autori

A

Alexandrescu V. 1.11
Andrásy I. 10.8
Anton St. 10.4
Antonescu N. 4.10,4.14
Armencoiu N. 1.10

B

Baciu A. 5.3, 10.1
Barbu S. 10.6
Beldiman T. M. 4.6
Bercovici M. 2.5
Bernfeld D. 3.6,12.8
Biener M. 3.8
Boţan N. V. 12.3
Budeanu C. 1.3
Buimovici D. 4.8

C

Carabogdan I. 4.8
Caracudovici V. 2.4,6.5
Chenzbraun I. 5.8,7.2
Columbeanu P. 7.1
Comănescu T. 1.18
Costin E. 5.1
Covalli V. 4.20
Curelaru A. 4.3

D

David N. 3.3.
Dinulescu C. 2.1,4.19
Dobrişan A. 10.5
Drăgan G. 5.6
Dumitrescu A. 2.2,2.6

E

Elefterescu M. 2.2,2.6
Erdelyi St. 3.9

F

Filotti A. 9.1,9.4

G

Gheorghiu N. 1.9,3.1
Ghia V. 2.3
Ghitta A. 1.13
Golici D. 4.2
Grecov D. 4.1,4.9
Grosz I. 4.17

H

Hercz G. 4.11
Homola V. 4.18

I

Ionescu N. M. 3.2
Ionescu M. 4.4
Ionescu S. 5.4
Iovănel C. 10.9
Istin S. 4.23

K

Kovacs St. 2.2,2.6

L

Laszlo T 5.9,11.1

M

Manea S. 2.5
Marcu B. 1.16
Marcu S. 7.1
Marc D 7.3.
Mihă leanu C. 1.2.
Munteanu I. 1.12
Munteanu V. 9.3.

N

Nagy C. 2.4,2.5
Neuberger G. 4.16
Nicolae P. 5.4
Niculescu N. 3.3

O

Olteanu E. 3.2

P

Paal St. 10.3
Panaitescu G. 12.2
Pănoiu N. 4.7,4.15,9.5
Pavel D. 6.7,9.3
Pavel E. 8.1
Păuna S. 6.4
Pfeilmayer F. 10.10
Podaşcă G. 12.5
Pomîrleanu M. 5.4
Popa B. 5.5
Potolea E. 5.2

R

Radu C. 12.6
Raşcu P. 5.7
Răzvan E. 6.6
Rotman A. 9.6

S

Sabău I. 4.5,10.2
Săndulescu S. 1.14
Schwefelberg A.1.17
Scutaru I. 3.2
Sebastian I. 1.7
Semblyen A. 5.10
Singer G. 4.15
Solomon S. 6.2
Spiridon D. 6.1
Staicu I.C. 4.6
Stăncescu D. I. 3.4,9.2
Stanisavlievici L. 4.13
Stegăroiu P. 6.3,6.5
Stepieni H. 3.5

T

Theil H. 4.22

U

Ungureanu Cornel 4.22
Ungureanu C. 10.7

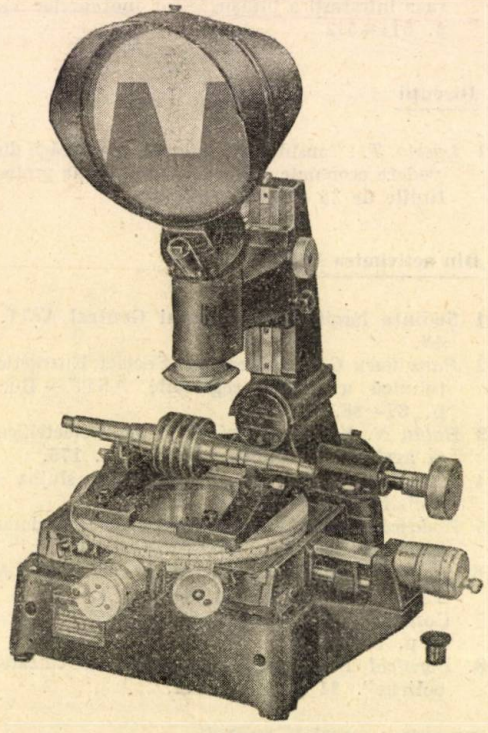
V

Veress Z. 4.12
Vicol P. 2.7
Vlad A. 1.11
Vlădea I. 2.8,3.7,4.21
Voinea M. 3.3

W

Westfried F. 4.8

Microscop mare pentru unelte



aparatul de măsură cel mai util pentru atelier
şi laboratorul de control
pentru măsurători de lungimi şi unghiuri
în unghi drept sau în coordonate de cerc
pentru verificarea formei după profile normale
sau după desene
în special pentru măsurători de filete
după procedeul profilului sau al secţiunii axiale

Cereţi prospecte de la

... VEB Carl Zeiss JENA ...

CARL ZEISS JENA

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621. 181:662.769.1

Vlădea I.: **Использование тощего газа в качестве топлива для радиационных котлов**

Описывается метод улучшения радиации колошникового газа в целях использования последнего в качестве топлива для радиационных котлов.

Метод осваивается одним из отечественных предприятий. Применение метода намечено на радиационных котлах, радиационная поверхность которых около 86 % общей поверхности.

Energetica **VII** (1959) Nr. 12, стр. 485—487

ДК 662.61:621.181.004

Theil H. и *Ungureanu C.*: **К вопросу исследования контроля горения в топках промышленых котлов**

Указывается простой графический метод определения окиси углерода в топочном газе (CO) и коэффициента избыточного воздуха в случае одновременного сжигания мазута, колошникового и коксового газов — случай встречаемый на ТЭЦ металлургической промышленности.

Приводятся расчетные данные, положенные в основу построения диаграммы всех видов горения и вспомогательных графиков.

Energetica **VII** (1959) Nr. 12, стр. 487—492

ДК 621.314.222.004

Laszlo T.: **Замечания в связи с влиянием качества масла на сопротивление изоляции трансформаторов**

После краткого описания методов определения влажности обмотки трансформаторов, освещаются различные стороны данного вопроса в связи с поведением изоляционных масел. В результате анализа проведенных измерений отмечается, что во многих случаях слабое сопротивление изоляции не связано с наличием влаги в трансформаторе, а с порчей масла. Вносится предложение по соответствующему изменению действующих норм.

Energetica **VII** (1959) Nr. 12, стр. 493—498

ДК 621.315.1.056

Semlyen A.: **Упрощенные формулы расчета кривых для монтажа проводников воздушных линий**

Рассматриваются упрощенные линейные уравнения кривых для монтажа проводников воздушных линий. Уравнения основаны на наблюдении, согласно которому при более значительных пролетах стрела и усилия относительно мало зависят от температуры. Далее приводятся упрощенные формулы расчета усилий, с помощью которых определяется критическая температура. Способ применения выведенных формул указан в виде цифровых примеров. Для сравения приводятся монтажные кривые, построенные при помощи общепринятых формул.

Energetica **VII** (1959) Nr. 12, стр. 498—504

ДИСКУССИИ • НА ПРЕДПРИЯТИЯХ • ХРОНИКА • ДОКУМЕНТАЦИЯ • РЕЦЕНЗИИ • СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА „ЭНЕРГЕТИКА" ЗА 1959 ГОД

INHALTSVERZEICHNIS

D.K. 621.181: 662.769.1

Vlădea I.: **Verwendung von Gichtgas als Brennstoff für Strahlungskessel**

Darstellung eines Verfahrens zur Verbesserung der Strahlung der Verbrennungsgase von Gichtgas, um dieses als Brennstoff für Strahlungskessel zu verwenden.

Das für einen inländischen Betrieb ausgearbeitete Verfahren soll in Strahlungskesseln versuchsweise angewendet werden, in denen die bestrahlte Fläche etwa 86 % der Gesamtfläche beträgt.

Energetica **VII** (1959) H. 12, S. 485—487

D.K. 662.61:621.181.004

Theil, H. und *Ungureanu, C.*: **Beiträge zur Überwachung des Verbrennungsvorgangs im Feuerraum von Industriekesseln**

Es wird ein einfaches graphisches Verfahren zur Bestimmung des Kohlenoxydgehalts in den Rauchgasen sowie der Luftüberschusszahl bei gleichzeitiger Verbrennung von Masut, Gicht und Koksofengas dargestellt (wie es in Industriekraftwerken der Stahlindustrie vorkommt).

Die dem Verbrennungsdiagramm und den Hilfsschaubildern zugrundeliegenden zahlenmässigen Zusammenhänge werden angegeben.

Energetica **VII** (1959) H. 12, S. 487—492

D.K. 621.314.222.004

Laszlo, T.: **Bemerkungen über den Einfluss der Ölqualität auf den Isolierwiderstand von Transformatoren**

Nach einer kurzen Darstellung der zur Bestimmung der Feuchtigkeit von Transformatorenwicklungen angewendeten Verfahren, werden einige neuartige Betrachtungen bezüglich des Verhaltens von Isolieroelen angestellt. Bei näherer Untersuchung der Messergebnisse stellt sich heraus, dass in vielen Fällen der geringe Isolierwiderstand nicht auf Feuchtigkeit im Transformator, sondern auf Zersetzung des Öles zurückzuführen ist. Es wird eine entsprechende Ergänzung der bestehenden Vorschriften vorgeschlagen.

Energetica **VII** (1959) H. 12, S. 493—498

D.K. 621.315.1.056

Semlyen, A.: **Vereinfachte Gleichungen für Berechnung der Verlegungskurven von Freileitungsseilen**

Es werden vereinfachte, lineare Beziehungen für die Verregungskurven von Freileitungsseilen entwickelt. Diese Beziehungen beruhen auf der Beobachtung, dass bei nicht zu geringen Spannweiten, die Zugspannung und der Durchgang verhältnismässig wening temperaturabhängig sind. Ferner werden vereinfachende Beziehungen für die Berechnung der Beanspruchung angegeben, mit welcher die kritische Temperatur bestimmt wird. Die Anwendung der entwickelten Formeln wird an Zahlenbeispielen erläutert. Zum Vergleich werden auch mit den üblichen Beziehungen bestimmte Verlegungskurven dargestellt.

Energetica **VII** (1959) H. 12, S. 498—504

DISKUSSIONEN • AUS DEN BETRIEBEN • CHRONIK • DOKUMENTIERUNG • REZENSIONEN • INHALTSVERZEICHNIS DES JAHRGANGS 1959

SOMMAIRE

C.D. 621.181:662.769.1

Vlădea I. : **Utilisation des gaz pauvres comme combustible pour les chaudières de rayonnement**

On présente une méthode d'amélioration des gaz de combustion du gaz de fourneau, dans le but d'utiliser ce dernier comme combustible dans les chaudières à rayonnement.

La recherche a été effectuée au bénéfice d'une entreprise du pays, où la méthode sera expérimentée sur des chaudières de rayonnement dont la surface radiée représente environ 86 % de la surface totale.

Energetica **VII** (1959) no. 12, p. 485–487

C.D. 662.61 621.181.004

Theil H. et *Ungureanu C.* : **Contributions à l'étude du contrôle de la combustion dans les foyers des chaudières industrielles**

L'auteur présente une méthode graphique simple pour la détermination du contenu en oxyde de carbone de gaz de fumée (CO) f et du coefficient d'excédent d'air dans la combustion simultanée du mazout, du gaz de fourneau et du gaz de coke, cas qui se produit dans les centrales thermo-électriques qui alimentent l'industrie sidérurgique.

L'auteur indique également les relations de calcul qui ont servi à élaborer le diagramme de combustion universelle ainsi que les graphiques auxiliaires.

Energetica **VII** (1959) no. 12, p. 487–492

C.D. 621.314.222.004

Laszlo T. : **Observations sur l'influence de la qualité de l'huile sur la résistance d'isolement des transformateurs**

Après une présentation succincte des méthodes de détermination de l'humidité des enroulements électriques des transformateurs, l'auteur remarque certains aspects nouveaux de cette question en ce qui concerne le comportement des huiles isolantes. En analysant les résultats des mesurages effectués, il constate que dans beaucoup de cas la faible résistance d'isolement n'est pas due à l'humidité du transformateur, mais à l'huile altérée. De ce fait, il propose que les normatifs en vigueur soient complétés en conséquence.

Energetica **VII** (1959) no. 12 p. 493–498

C.D. 621.315.1.056

Semlyen A. : **Expressions simplifiées pour le calcul des courbes de montage des conducteurs des lignes aériennes**

L'article développe des relations simplifiées, explicites, linéaires des courbes de montage pour les conducteurs des lignes aériennes. Ces relations sont fondées sur l'observation qu'aux ouvertures pas trop grandes, la sollicitation et la flèche sont relativement peu variables quant à la température. On y présente de même des relations simplifiées pour le calcul de la sollicitation, à l'aide duquel on détermine la température critique. Le mode d'application des formules obtenues est indiqué par des exemples numériques. Pour la comparaison, l'article présente également des courbes de montage déterminées par des relations usuelles.

Energetica **VII** (1959) no. 12, p. 498–504

DISCUSSION ● NOUVELLES DES ENTREPRISES ● CHRONIQUE ● DOCUMENTATION ● RECENSIONS ● SOMMAIRE DE LA REVUE ENERGETICA 1959

CONTENTS

C.D. 621.181: 662.769.1

Vlădea I. : **Utilisation of poor gas as combustible for radiant steam boilers**

The article presents a method for the improving of combustion gas radiation of the furnace gas in order to utilise it as combustible in radiant steam boilers.

This research was done for a plant in our country and the method will be experimented there on some radiant steam boilers whose radiated surface represents about 86 per cent the total surface.

Energetica **VII** (1959) no. 12, p. 485–487

C.D. 662.61:621.181.004

Theil H. and *Ungureanu C.* : **Contributions to combustion control in industrial steam boiler hearts**

The author develops an easy graphical method to determine the carbon oxide content in smoke gases (CO) f as well as the air surplus coefficient in the simultaneous combustion of fuel oil, furnace gas and coke gas as in the case of thermoelectric power station supplying the siderotechnical industry.

The author indicates the computation relations that have been used to draw a universal combustion diagram and the auxiliary graphics.

Energetica **VII** (1959) no. 12, p. 487–492

C.D. 621.314.222.004

Laszlo T. : **Remarks on the influence of oil quality on the insulating resistance of transformers**

After a short description of a method for determining the humidity of transformer electric windings, the author presents some new aspects of the matter regarding the behaviour of insulatiog oils. On analysing the results of the measurements carried out, he observes that in many cases it is an altered oil, not transformer humidity, that causes weak insulating resistance.

Energetica **VII** (1959) no. 12, p. 493–498

C.D. 621.315.1.056

Semlyen A. : **Simplified expressions for mounting curve calculation of aerial lines conductors**

The article develops simplified explicit linear relations of the mounting curves for aerial lines conductors, based on the observation that stress and sag have little temperature variance in small openings. The author also provides simplified relations for calculating the stress to determine critical temperatures. Numerical examples are set forward to illustrate how the obtained formulas must be used. For comparison purposes the author presents also the mounting curves determined with the usual relations.

Energetica **VII** (1959) no. 12, p. 498–504

FROM THE ENTREPRISES ● DISCUSSIONS ● CHRONICLE ● DOCUMENTATION ● BOOK REVIEW ● CONTENTS OF ENERGETICA 1959

„Elektrim"

Societate poloneză
cu responsabilitate limitată de comerț exterior pentru echipament electrotehnic

Warszawa, Czackiego 15/17, Polonia

Adr. telegrafică: Elektrim Warszawa

oferă excelentele sale produse electrotehnice poloneze, ca :

- Mașini rotitoare de toate felurile
- Transformatoare
- Grupuri electrogene
- Cuptoare electrice
- Echipament de tracțiune
- Substații și posturi de distribuție de înaltă și de joasă tensiune
- Aparataj de înaltă și de joasă tensiune
- Instrumente de măsură
- Relee
- Aparataj de mine, antideflagrant și etanș
- Echipament și aparataj radiofonic, de televiziune și de electroacustică
- Echipament electronic industrial
- Echipament și aparataj de telefonie și de teletransmisie
- Dispozitive de alimentare
- Cabluri și fire
- Porțelan electrotehnic
- Material de instalații și de iluminat

Pentru orice informații binevoiți a vă adresa la ;

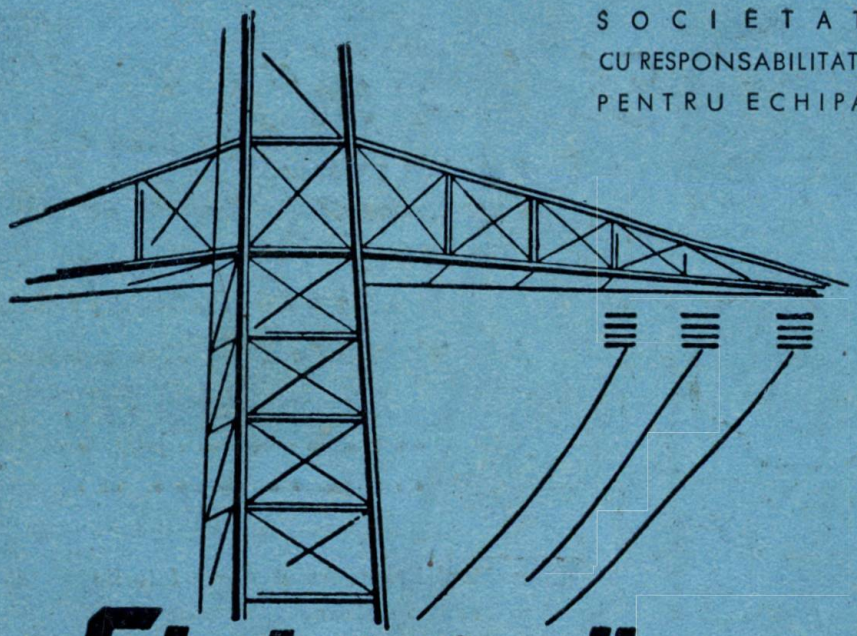
AMBASADA POLONIEI — CONSILIERUL COMERCIAL

BUCUREȘTI, B-DUL I. V. STALIN Nr. 24, REPUBLICA POPULARĂ ROMÎNĂ

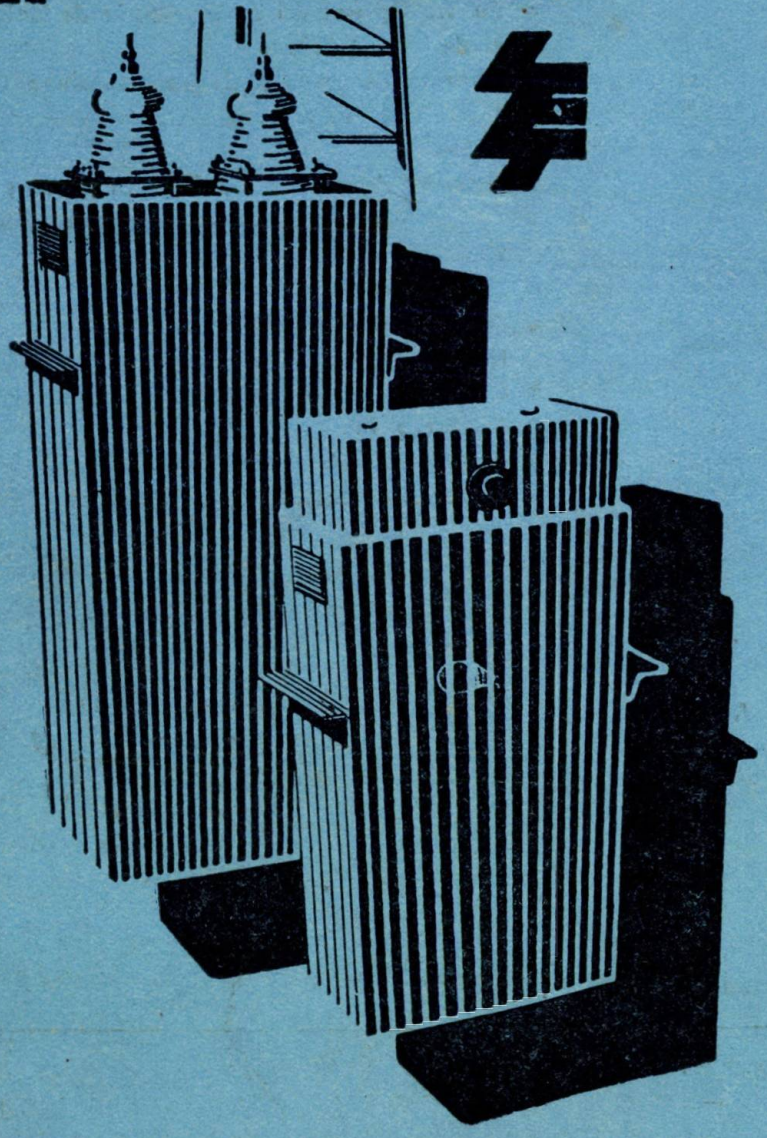
SOCIETATEA POLONEZĂ
CU RESPONSABILITATE LIMITATĂ DE COMERȚ EXTERIOR
PENTRU ECHIPAMENT ELECTROTEHNIC

„ELEKTRIM"

WARSZAWA, CZACKIEGO 15/17, POLONIA
Adresa telegrafică: ELEKTRIM WARSZAWA



„Elektrim"



exportă:

Condensatoare statice pentru ameliorarea factorului de putere (cosφ) în instalațiile cu frecvență industrială (40—60 Hz), construite pentru instalații interioare. Folosirea acestora contribuie la o economie considerabilă de energie electrică în instalațiile de distribuție și de utilizare a energiei electrice.

Întreținere ușoară; materialele folosite sînt de cea mai bună calitate.

Pentru orice lămuriri rugăm adresați-vă la:

AMBASADA POLONIEI
CONSILIERUL COMERCIAL
B-dul I. V. Stalin nr. 74, București